



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN
EL MANEJO DE MATERIALES Y DESPERDICIOS DE
INDUSTRIAS G, S.A.**

Juan Carlos Zamora Marroquín

Asesorado por el Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes

Guatemala, mayo de 2010.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL
MANEJO DE MATERIALES Y DESPERDICIOS DE INDUSTRIAS G, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
POR

JUAN CARLOS ZAMORA MARROQUÍN

ASESORADO POR EL ING. EDWIN JOSUÉ IXPATÁ REYES

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2010.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Henrincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
EXAMINADORA	Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras de Akú
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL MANEJO DE MATERIALES Y DESPERDICIOS DE INDUSTRIAS G, S.A.,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 1 de junio de 2009.



Juan Carlos Zamora Marroquín

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 16 de marzo de 2010.
Ref.EPS.DOC.508.03.10.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

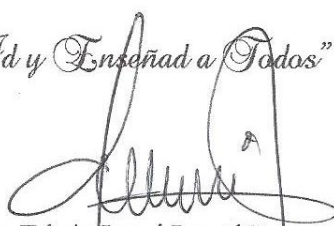
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Juan Carlos Zamora Marroquín**, Carné No. **200312410** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL MANEJO DE MATERIALES Y DESPERDICIOS DE INDUSTRIAS G, S.A.”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



EJIR/ra

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 16 de marzo de 2010.
Ref.EPS.D.227.03.10

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL MANEJO DE MATERIALES Y DESPERDICIOS DE INDUSTRIAS G, S.A.”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Juan Carlos Zamora Marroquín** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zaccña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



Edificio E.P.S., Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala,
Ciudad Universitaria zona 12, tel. (502) 2442-3509

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL MANEJO DE MATERIALES Y DESPERDICIOS DE INDUSTRIAS G, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Zamora Marroquín**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

MIRIAM PATRICIA RUBIO CONTRERAS
INGENIERA INDUSTRIAL
COL. No. 4.074

Guatemala, marzo de 2010.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL MANEJO DE MATERIALES Y DESPERDICIOS DE INDUSTRIAS G, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Zamora Marroquín**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2010.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.157.2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL MANEJO DE MATERIALES Y DESPERDICIOS, DE INDUSTRIAS G, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Zamora Marroquín**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, mayo de 2010



/cc

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	1
1.1. Historia	1
1.2. Actividades de la empresa.....	2
1.3. Servicios que presta	3
1.4. Misión y Visión.....	4
1.5. Ubicación.....	4
1.6. Estructura organizacional	5
1.6.1. Personal administrativo	5
1.6.2. Personal operativo.....	5
1.7. Áreas que componen la empresa.....	6
1.7.1. Modelación.....	7
1.7.2. Fundición	7
1.7.3. Acabados superficiales	8
1.7.4. Ensamble y empaque	9
1.8. Proceso de producción	9
1.8.1. Creación de modelos	9
1.8.2. Preparación de moldes y vulcanización	10
1.8.3. Fundición centrífuga.....	12
1.8.4. Eliminación de imperfecciones.....	14

1.8.5.	Ensamblaje de piezas.....	15
1.9.	Equipo utilizado en la planta.....	16
1.9.1.	Horno de fundición.....	17
1.9.2.	Compresor de aire.....	18
1.9.3.	Vulcanizador.....	18
1.9.4.	Taladro de pedestal.....	20
1.9.5.	Máquina vibradora.....	21
1.9.6.	Máquina centrífuga.....	22
2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	25
2.1.	Análisis general de la empresa.....	25
2.1.1.	Fortalezas.....	25
2.1.2.	Oportunidades.....	25
2.1.3.	Debilidades.....	26
2.1.4.	Amenazas.....	27
2.2.	Necesidades y requerimientos de la empresa.....	27
2.2.1.	Mantenimiento.....	28
2.2.2.	Manejo de materiales y desperdicios.....	30
2.3.	Justificación del programa de mantenimiento.....	32
2.4.	Objetivos del mantenimiento.....	33
2.4.1.	Operativos.....	33
2.4.2.	Técnicos.....	34
2.4.3.	Económicos.....	34
2.5.	Diagnostico del mantenimiento en las distintas áreas.....	34
2.5.1.	Modelación.....	35
2.5.2.	Fundición.....	36
2.5.3.	Acabados superficiales.....	40
2.5.4.	Ensamble y empaque.....	41
2.6.	Análisis de manejo de materiales y desperdicios en las áreas.....	42

2.6.1.	Modelación	43
2.6.2.	Fundición	46
2.6.3.	Acabados superficiales.....	48
2.6.4.	Ensamble y empaque	50
3.	DISEÑO DE MANTENIMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES Y DESPERDICIOS.....	51
3.1.	Programa de mantenimiento	51
3.1.1.	Ejecución de servicios.....	51
3.1.1.1.	Personal encargado	51
3.1.1.2.	Acciones a realizar	55
3.1.1.2.1.	Hornos de fundición.....	56
3.1.1.2.2.	Compresor de aire	57
3.1.1.2.3.	Vulcanizadores	58
3.1.1.2.4.	Taladro de pedestal.....	59
3.1.1.2.5.	Máquina vibradora.....	60
3.1.1.2.6.	Máquina centrífuga	62
3.1.1.3.	Recursos necesarios	63
3.1.1.4.	Período de ejecución de servicios	64
3.1.1.5.	Inspecciones y visitas	89
3.1.2.	Control de mantenimiento preventivo	90
3.1.2.1.	Ficha técnica de maquinaria	91
3.1.2.2.	Orden de trabajo	93
3.1.2.3.	Control de visita e inspección.....	95
3.1.2.4.	Control de ordenes de trabajo.....	97
3.1.3.	Bodega de repuestos.....	98
3.1.3.1.	Stock mínimo necesario	99
3.1.3.2.	Periodo de renovación	102
3.1.4.	Costos de ejecución y control.....	106

3.1.5.	Relación beneficio y costo.....	111
3.2.	Mejora en el manejo de materiales y desperdicios	112
3.2.1.	Procedimiento de manejo de materiales.....	112
3.2.1.1.	Acciones a realizar en las distintas áreas	113
3.2.1.1.1.	Modelación	113
3.2.1.1.2.	Fundición.....	118
3.2.1.1.3.	Acabados superficiales.....	120
3.2.1.1.4.	Ensamble y empaque.....	120
3.2.1.2.	Personal encargado	122
3.2.1.3.	Recursos necesarios.....	123
3.2.2.	Procedimiento en el manejo de desperdicios	124
3.2.2.1.	Acciones a realizar en las distintas áreas	125
3.2.2.1.1.	Modelación	125
3.2.2.1.2.	Fundición.....	127
3.2.2.1.3.	Acabados superficiales.....	128
3.2.2.1.4.	Ensamble y empaque.....	131
3.2.2.2.	Personal encargado	131
3.2.2.3.	Recursos necesarios.....	133
4.	IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO.....	135
4.1.	Exposición de programa ante personal administrativo y operativo	135
4.1.1.	Finalidad del programa de mantenimiento	136
4.1.2.	Beneficios de un buen mantenimiento	137
4.1.2.1.	Técnicos.....	137
4.1.2.2.	Operativos.....	137
4.1.2.3.	Sociales.....	138
4.1.3.	Explicación sobre documentación necesaria	138
4.1.3.1.	Ficha técnica de maquinaria.....	138

4.1.3.2.	Orden de trabajo	140
4.1.3.3.	Control de visita e inspección.....	142
4.1.3.4.	Control de órdenes de trabajo	144
4.2.	Seguimiento del mantenimiento	146
4.2.1.	Funcionamiento general del equipo	146
4.2.2.	Desgaste de piezas.....	147
4.2.3.	Verificación de registros de servicios	148
4.2.4.	Control de servicio.....	149
4.2.4.1.	Tiempo utilizado	149
4.2.4.2.	Funcionamiento correcto del equipo	150
4.2.4.3.	Historial de mantenimiento	150
4.2.4.4.	Historial de fallas y averías.....	152
4.2.4.5.	Reporte mensual de actividades	154
4.2.5.	Verificación de costos y tiempo	155
4.2.5.1.	Proveedores alternativos.....	156
4.2.5.2.	Movimientos innecesarios	157
4.2.5.3.	Tiempo utilizado en los servicios.....	157
4.3.	Evaluación de personal encargado	158
4.3.1.	Competencia operativa	158
4.3.2.	Retroalimentación sobre mantenimiento	159
4.4.	Evaluación del programa	160
4.4.1.	Beneficios obtenidos	160
4.4.2.	Proceso de mejora continua.....	162
4.4.	Propuestas implementadas en el manejo de materiales y desperdicios	64
CONCLUSIONES		169
RECOMENDACIONES.....		171
BIBLIOGRAFÍA		173

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Logotipo de la empresa.....	2
2.	Misión.....	4
3.	Visión	4
4.	Ubicación de la empresa.....	4
5.	Organigrama de Industrias G, S.A.	6
6.	Creación de moldes	10
7.	Vulcanización.....	11
8.	Corte de vertederos	11
9.	Derretimiento del metal	12
10.	Centrifugado	13
11.	Retirado de piezas	13
12.	Electro depositación.....	15
13.	Perforación de orificios.....	16
14.	Horno de fundición	17
15.	Compresor de aire	18
16.	Vulcanizador	19
17.	Taladro de pedestal	20
18.	Máquina vibradora	22
19.	Máquina centrífuga.....	23
20.	Diagrama causa - efecto del mantenimiento actual	23
21.	Diagrama causa -efecto del manejo de materiales y desperdicios actual	31
22.	Empalme de vulcanizadora	36
23.	Control de temperatura	37

24.	Llave piloto	38
25.	Interior máquina centrífuga.....	38
26.	Faja de compresor de aire.....	40
27.	Interior máquina vibradora.....	41
28.	Fajas de taladros de pedestal	41
29.	Taladros descompuestos	42
30.	Material acrílico	43
31.	Molde de hule silicón.....	44
32.	Clavos de fusión.....	45
33.	Lingote de Zamac.....	47
34.	Marco circular de metal	47
35.	Producto con rebaba	49
36.	Remaches	50
37.	Organigrama del departamento de mantenimiento	52
38.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de enero.....	67
39.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de febrero	69
40.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de marzo.....	71
41.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de abril	73
42.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de mayo	75
43.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de junio	77
44.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de julio	79
45.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de agosto	81
46.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de septiembre	83
47.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de octubre.....	85
48.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de noviembre	87
49.	Diagrama de Gantt para el mantenimiento de diciembre	89
50.	Ficha técnica de maquinaria.....	92
51.	Orden de trabajo	94
52.	Control de visita e inspección.....	96

53.	Control de ordenes de trabajo.....	98
54.	Autorización de trabajo	114
55.	Hoja de administración de moldes	117
56.	Antigua ubicación de máquina vibradora	129
57.	Nueva ubicación de máquina vibradora	130
58.	Formato de ficha técnica de maquinaria	139
59.	Formato de orden de trabajo.....	142
60.	Formato de control de visita e inspección	143
61.	Formato de control de órdenes de trabajo	159
62.	Historial de mantenimiento.....	151
63.	Historial de fallas y averías	153
64.	Reporte mensual de actividades.....	154
65.	Antiguo almacenamiento de moldes utilizados	164
66.	Nuevo almacenamiento de moldes utilizados	165
67.	Horno de fundición sin campana.....	165
68.	Hornos de fundición con campana.....	166
69.	Extractor de humo.....	166
70.	Tonel para restos de Zamac	167
71.	Olla con Zamac solidificado	167
72.	Olla sin restos de Zamac	167
73.	Clavos de fusión producidos de Zamac	168
74.	Remaches producidos de Zamac	168

TABLAS

I.	Funciones del jefe de mantenimiento.....	52
II.	Funciones del mecánico para área de modelación	53
III.	Funciones del mecánico para área de fundición	54
IV.	Funciones del mecánico para área de acabados superficiales	54

V.	Calendario de mantenimiento enero	66
VI.	Calendario de mantenimiento febrero	68
VII.	Calendario de mantenimiento marzo.....	70
VIII.	Calendario de mantenimiento abril.....	72
IX.	Calendario de mantenimiento mayo.....	74
X.	Calendario de mantenimiento junio	76
XI.	Calendario de mantenimiento julio	78
XII.	Calendario de mantenimiento agosto.....	80
XIII.	Calendario de mantenimiento septiembre.....	82
XIV.	Calendario de mantenimiento octubre	84
XV.	Calendario de mantenimiento noviembre	86
XVI.	Calendario de mantenimiento diciembre.....	88
XVII.	Stock mínimo necesario.....	99
XVIII.	Renovación de repuestos, insumos y accesorios	103
XIX.	Planilla mensual del personal de mantenimiento.....	106
XX.	Costo de repuestos, insumos y accesorios.....	107
XXI.	Costo mensual de mantenimiento correctivo.....	110
XXII.	Costo mensual de mantenimiento preventivo	111
XXIII.	Relación entre tamaño de pieza y horas de utilización de molde	116
XXIV.	Personal encargado de mejoras en manejo de materiales.....	122
XXV.	Personal encargado de mejoras en manejo de desperdicios	132

GLOSARIO

Abrasivo	Que sirve para desgastar o pulir por fricción, sustancias duras como metales o vidrios.
Ánodo	Electrodo positivo de una célula electrolítica hacia el que se dirigen los iones negativos dentro del electrolito.
Broca	Barreno de boca cónica que se usa con las máquinas de taladrar.
Cuba	Recipiente que sirve para contener agua, vino, aceite u otros líquidos.
Desbastar	Quitar las partes más bastas a algo que se ha de labrar.
Desfasar	Producir un desfase en un movimiento periódico.
Electrolito	Sustancia que contiene iones libres, los que se comportan como un medio conductor eléctrico.
Electro deposición	Proceso de recubrimiento por inmersión, que utiliza un campo eléctrico para llevar a cabo la deposición de los materiales resinosos sobre una parte.

Excentricidad	Parámetro que determina el grado de desviación de una sección cónica con respecto a una circunferencia.
Galvanizar	Dar un baño de zinc fundido a un metal para que no se oxide.
Husillo	Tornillo de hierro o de madera que se usa en el movimiento de algunas máquinas.
JPG	Formato de compresión de imágenes, tanto en color como en escala de grises con alta calidad.
Lingote	Trozo o barra de metal en bruto fundido.
Poros	Pequeña cavidad entre las partículas o moléculas que constituyen un cuerpo sólido.
Rebaba	Porción de materia sobrante que se acumula en los bordes o en la superficie de un objeto cualquiera.
Termocupla	Dispositivo formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje.
Zamac	Aleación de zinc, cobre, magnesio y aluminio utilizado en distintos procesos de fundición.

RESUMEN

Este trabajo de graduación fue desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) en el municipio de Guatemala, Guatemala, en la empresa denominada Industrias G, S.A., en donde se ha introducido un programa de mantenimiento preventivo, pues hasta ahora la empresa carecía de uno, razón por la cual se creaban retrasos en la producción y gastos innecesarios por las averías inesperadas en la maquinaria.

En la primera sección, se encuentra la información general de la empresa como su historia, actividades a las que se dedica, áreas que componen la empresa, así como la descripción del proceso de producción y el equipo utilizado para dicho proceso. Después se indica la situación actual de la empresa, incluyendo los requerimientos que la misma tiene para el mantenimiento de sus equipos y para la mejora en el manejo de materiales y desperdicios dentro de las instalaciones, el cual es otro punto que la empresa necesita mejorar, también se encuentra la justificación y objetivos del programa de mantenimiento y el diagnóstico de mantenimiento, manejo de materiales y manejo de desperdicios en la diferentes áreas.

En la sección siguiente, se describe el diseño del programa de mantenimiento preventivo con los detalles necesarios para implementarlo como: el personal y demás recursos necesarios, las acciones propias de mantenimiento a realizar en los diferentes equipos, la programación de los servicios para dichos equipos y los diferentes documentos que sirven para llevar el control del programa; también se describen las mejoras propuestas en el manejo de materiales y desperdicios, indicando las acciones específicas a

realizar en las diferentes áreas así como los recursos necesarios para llevar a cabo dichas tareas.

En la última sección, se describen la implementación y el seguimiento que debe llevar el programa de mantenimiento preventivo para que este se realice de manera adecuada y por supuesto, también mejore en el transcurso del tiempo, se incluye la explicación de los documentos necesarios para el control del programa, el seguimiento que se debe dar al funcionamiento de la maquinaria, la verificación de los registros de servicios, los historiales para el control de actividades, la verificación de costos y tiempos así como la evaluación del personal encargado y el programa en general.

OBJETIVOS

- **General**

Implementar un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y proveer de una propuesta, para la mejora en el manejo de materiales y desperdicios de Industrias G, S.A.

- **Específicos:**

1. Crear el procedimiento adecuado para realizar los servicios de mantenimiento en los hornos de fundición, compresor de aire, vulcanizadores, taladros de pedestal, máquina vibradora y máquina centrífuga.
2. Establecer las fechas, repuestos, accesorios y herramientas necesarias para realizar los servicios de mantenimiento para dichos equipos.
3. Eliminar tiempos de ocio mientras se realiza una reparación y reducir los tiempos de retraso para la entrega de producto terminado.
4. Aumentar la eficiencia y el tiempo de vida de los hornos de fundición, compresor de aire, vulcanizadores, taladros de pedestal, máquina vibradora y máquina centrífuga.

5. Presentar una propuesta para el adecuado manejo de materiales y desperdicios dentro de la planta de producción.
6. Capacitar al personal designado en la importancia, realización y seguimiento del programa de mantenimiento preventivo.

INTRODUCCIÓN

Industrias G, S.A. es una empresa dedicada principalmente a la elaboración de distintos objetos metálicos como llaveros, hebillas y medallas a través del proceso de fundición por centrifugado. Para dicho proceso se utilizan distintos equipos dentro de las instalaciones, equipos que necesitan de un mantenimiento adecuado y periódico para cumplir con su función. Actualmente el mantenimiento que se les da a estos equipos es en su mayor parte de tipo correctivo, y cuando es posible lo realizan los mismos operarios bajo la dirección del gerente general, quien tiene experiencia en el tema, de lo contrario se contratan los servicios de un mecánico externo, cualquiera de las dos situaciones ocasiona el paro de la línea de producción, retrasos en la entrega de pedidos y gastos adicionales como la paga de horas extras y la subcontratación.

El programa de mantenimiento preventivo inicia con la descripción de los atributos necesarios para el personal que debe formar el nuevo departamento de mantenimiento así como las funciones que los mismos tendrán en la empresa, se describen las actividades de mantenimiento necesarias a realizar en cada uno de los equipos así como los recursos que se emplearán para dicho propósito. También se indican las actividades de inspección y visitas a los equipos que se deben de llevar a cabo para el control del programa de mantenimiento así como la documentación necesaria para el registro de todas las actividades del programa. Los registros y la demás documentación sirven para verificar que las acciones requeridas por el programa de mantenimiento preventivo se lleven de manera adecuada y en el tiempo estipulado para llevarse a cabo, también por medio de estos datos se corregirán y se

implementarán nuevas ideas para que el programa tenga seguimiento y mejore a través del tiempo.

La implementación de dicho programa prolonga los tiempos de vida útil de la maquinaria y equipo, aumentando la capacidad total de producción, reduce los paros imprevistos a través de una adecuada planificación, programación y control de las reparaciones que se deben de llevar a cabo para evitar fallas serias en los equipos y se tiene también una mayor confiabilidad en el funcionamiento del equipo por lo cual la empresa puede comprometerse a llevar a cabo la elaboración de los pedidos en el tiempo preciso que se ha estipulado con el cliente.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1. Historia

En 1995 Joe Barboza y Mario Guillen se conocieron en Guatemala y se interesaron en el trabajo y visión de cada uno. Barboza con su experiencia y conocimientos en la industria de la joyería encontró muchas empresas en los Estados Unidos que por la mala administración quebraron y estaban vendiendo toda su maquinaria.

Con el esfuerzo y compromiso, lograron obtener toda esa maquinaria y traerla a Guatemala para comenzar labores. Para el año de 1997 se oficializó la empresa, con el nombre de Industrias JM, S.A. teniendo como meta específicamente la producción de joyería.

Por la edad avanzada de Joe Barboza, decidió que iba a dejar todo lo que poseía en Guatemala para continuar su vida en Rhode Island, su ciudad natal. Mario Guillen compró todas las acciones de Barboza y cambió el nombre de la empresa a Industrias G (Guillen), S.A.

Con la constante innovación y visión de Mario Guillen, se ha modificado y comprado nueva maquinaria para cubrir las necesidades de los clientes, creando nuevos objetos en metal, más grandes y funcionales para el mercado guatemalteco, sin dejar atrás la joyería.

Figura 1. Logotipo de la empresa



Fuente: <http://corporaciong.com/industriasg/>

1.2. Actividades de la empresa

Las actividades que se realizan en Industrias G, S.A. se agrupan básicamente en tres grandes grupos, fabricación de piezas, acabado-ensamblaje, y electro depositación.

La fabricación de piezas inicia con el diseño de la pieza a fabricar, por medio de paquetes de computación se diseña la pieza muestra con la forma y medidas que el cliente requiera, este diseño se imprime en acrílico para obtener una pieza muestra física en tres dimensiones. La pieza muestra se introduce en un molde silicón donde se crean cavidades para duplicar la pieza muestra que será producida.

A continuación el molde silicón pasa a la máquina centrífuga donde se realiza la fundición del metal, el metal líquido ingresa a las cavidades del molde silicón y se reproduce las pieza muestra que el cliente ha solicitado. Por último las piezas producidas se retiran del molde silicón, dicho molde se ajusta nuevamente para continuar con la producción de piezas.

La siguiente etapa es la de acabado y ensamblaje, el acabado se realiza para que las piezas no queden ásperas y sean libres de porosidades, también se remueven imperfecciones creadas en el proceso de fundición, se utiliza una

máquina vibradora para esta etapa. En la máquina vibradora, como su nombre lo indica, por medio de el movimiento vibratorio de piezas y compuestos se inicia el desbastado de la pieza utilizando materiales abrasivos de formas y tamaños diversos, luego se usan estos materiales abrasivos para un pre-lustrado y se termina el lustrado con pasta para abrillantar.

El ensamblaje ayuda a unir dos o más componentes producidos que constituirán una sola pieza, se realiza con la ayuda de troqueladoras manuales, en las cuales el operador une uno por uno los componentes de las piezas en fabricación que luego pasarán a la última etapa, la etapa de electro depositación.

En la etapa de electro depositación se utiliza el galvanizado, que es el proceso electro químico por el cual un metal puede cubrirse con otro metal, para esto se utilizan tres tipos de compuestos, cobre, níquel y latón. Las piezas son introducidas en contenedores que tienen una fuente de alimentación eléctrica, un compuesto de sales metálicas que funcionan como electrólitos y ánodos que son placas de metal muy puro. La combinación de estos tres elementos realizan el proceso de galvanizado de las piezas sumergidas dentro del contenedor.

1.3. Servicios que presta

- Elaboración de dijes, hebillas para cincho, hebillas para calzado, medallas, llaveros y todo tipo de piezas metálicas en Zamac.
- Servicio de galvanización para piezas metálicas en cobre, níquel o latón.
- Grabados de lapiceros y de placas en madera o vidrio.
- Venta de trofeos.
- Colocación de listones para medallas.

1.4. Misión y Visión

Figura 2. Misión

Misión: Existimos para metalizar sus sueños. Somos una empresa que desarrolla sus ideas y las plasma en metal. Tenemos como meta la máxima satisfacción en las personas que utilizan nuestros productos.

Fuente: <http://corporaciong.com/industriasg/perfil.php>

Figura 3. Visión

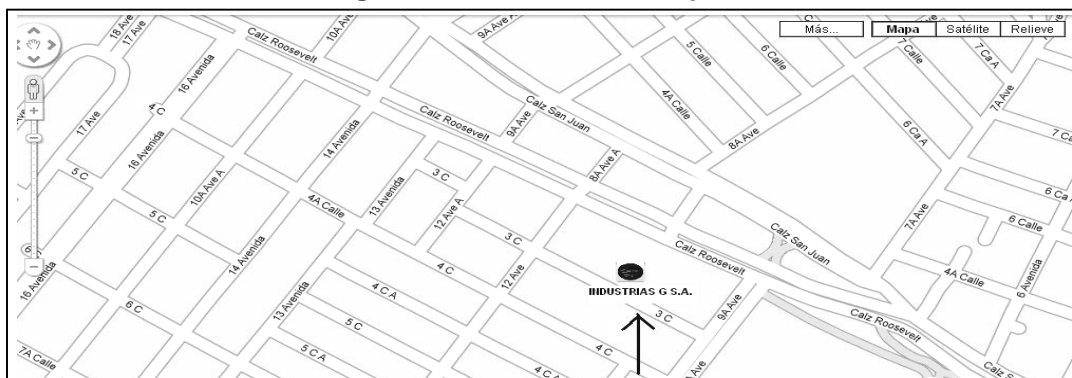
Visión: Continuar siendo una empresa respetable, llena de valores, organizada, rentable, y de crecimiento sostenible, comprometida con nuestros consumidores, contando con la constante innovación y creatividad de nuestro personal.

Fuente: <http://corporaciong.com/industriasg/perfil.php>

1.5. Ubicación

Industrias G, S.A. se encuentra en la 3era. Calle 10-64 de la zona 11, colonia Roosevelt de la ciudad de Guatemala.

Figura 4. Ubicación de la empresa



Fuente: <http://maps.google.com/>

1.6. Estructura organizacional

Industrias G, S.A. cuenta con 18 personas laborando dentro de sus instalaciones, estas se dividen de la siguiente manera:

1.6.1. Personal administrativo

7 personas en total con los siguientes puestos:

- Gerente general
- Asistente de gerencia
- Administrador general
- Contador
- Vendedor 1
- Vendedor 2
- Mensajero

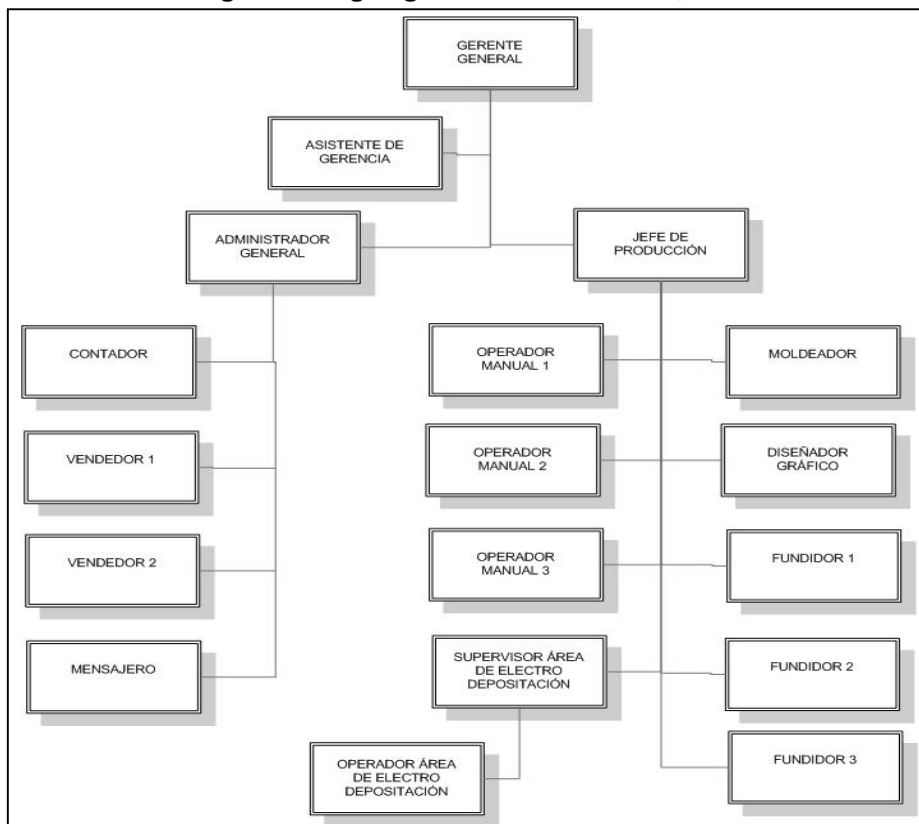
1.6.2. Personal operativo

En esta rama son 11 personas las que laboran y tienen los siguientes puestos:

- Jefe de personal de producción
- Diseñador gráfico
- Moldeador
- Fundidor 1
- Fundidor 2
- Fundidor 3
- Supervisor área de electro depositación

- Operador área de electro deposición
- Operador manual 1
- Operador manual 2
- Operador manual 3

Figura 5. Organigrama de Industrias G, S.A.



Fuente: Elaboración propia

1.7. Áreas que componen la empresa

Industrias G, S.A. tiene cuatro grandes áreas para la elaboración de sus productos, área de modelación, de fundición, de acabados superficiales y de

ensamble y área de empaque. Cada una de estas áreas realiza distintas actividades con distinto personal y estas son las siguientes:

1.7.1. Modelación

El área de modelación comprende las actividades de diseño de la pieza muestra y el acondicionamiento de dicha pieza en un molde silicón para su reproducción en el proceso de fundición. El diseñador gráfico es el encargado de realizar el diseño de la pieza muestra tanto gráficamente como técnicamente, incluyendo coordenadas y vectores para imprimirlo en tres dimensiones. El moldeador se encarga de introducir la pieza muestra en un molde silicón para crear una cavidad en dicho molde que será llenada con metal líquido para reproducir la pieza. Dicho molde además de tener la cavidad con la forma de la pieza, debe ser acondicionado para que el metal fluya dentro de él y esta actividad es también parte del trabajo del moldeador.

1.7.2. Fundición

Esta área es la encargada de reproducir en metal la pieza muestra de acrílico. El molde silicón preparado en el área de modelación se coloca en la máquina centrífuga, donde las cavidades del molde silicón son llenadas con metal líquido y después de la acción centrífuga de la máquina y un corto tiempo de enfriado, las piezas de metal incrustadas en el molde se retiran para continuar utilizando el molde y seguir reproduciendo piezas. Los fundidores 1, 2 y 3 son el personal encargado de esta área, uno de ellos se encarga de colocar el metal sólido dentro de los hornos para que pase a un estado líquido. Otro de ellos vierte el metal en estado líquido dentro de los moldes de silicón y también se encarga de limpiar los moldes para volver a utilizarlos. El tercer fundidor se

encarga de retirar las piezas obtenidas de los moldes y prepara dichas piezas para que continúen con los tratamientos posteriores.

1.7.3. Acabados superficiales

Los acabados superficiales para las piezas realizadas en el área de fundición se realizan a través del proceso de electro depositación y del proceso de vibración, los cuales componen el área de acabados superficiales. A través de estos dos procesos se eliminan excesos de material, áreas ásperas y porosidades de la pieza fundida, los cuales se consideran como imperfecciones pues además de quitarle belleza estética a las piezas producidas, permite también que las piezas se quiebren y ya no sean útiles para su uso.

También se les da brillo y nitidez a dichas piezas y así mismo se da el acabado por medio del proceso de electro depositación con el cuál la pieza adquiere el color y textura que el cliente haya solicitado, se ofrecen los acabados en níquel, cobre o latón. En esta área intervienen el supervisor del área de electro depositación y el operador del área de electro depositación. El supervisor se encarga de mantener los tanques de estas áreas en óptimas condiciones, haciendo análisis y pruebas de laboratorio, mezclando y añadiendo compuestos para realizar sales minerales con el fin de mantener el equilibrio adecuado entre electrólitos y ánodos para que en el tanque se realice el proceso de galvanización en las piezas de manera correcta.

El operador del área de electro depositación junto con uno de los operadores manuales del área de ensamble están encargados de colocar las piezas recibidas del área de fundición en la máquina vibradora para eliminar las imperfecciones que las piezas puedan tener. El operador del área de electro depositación coloca las piezas desde la máquina vibradora hacia los tanques

para iniciar los procesos químicos y así obtener el acabado que el cliente haya solicitado.

1.7.4. Ensamble y empaque

En el área de ensamble y empaque los operadores manuales 1, 2 y 3 se encargan de realizar las últimas tareas para hacer la entrega de las piezas al cliente. Para el ensamble los operadores manuales unen dos o más accesorios que compondrán una sola pieza terminada, para ello se valen de la ayuda de máquinas herramienta, en las cuales el operador manual debe ir colocando los accesorios uno por uno para ir armando cada pieza por separado. Los operadores manuales son también rotados para realizar labores en el proceso de vibración. Por último, los operadores manuales empacan también manualmente las piezas terminadas que a través de los vendedores serán enviadas a los clientes que las solicitaron.

1.8. Proceso de producción

En las secciones anteriores se han comentado generalidades del proceso de producción, ahora se detalla cómo se realiza el proceso para producir piezas fundidas.

1.8.1. Creación de modelos

El diseño de la pieza muestra es realizado en paquetes de computación, algunos de estos paquetes son Corel, Macromedia Freehand y Artcam. El tiempo de realización depende la complejidad del modelo que se realizará, el diseño ya listo tanto en detalles gráficos como técnicos se imprime en acrílico.

La impresión en acrílico consiste en cortar y desgastar una pieza de acrílico por medio de una máquina de grabado computarizado, esta máquina sigue las coordenadas predeterminadas en los paquetes de computación y así le da forma a la pieza de acrílico convirtiéndola en la pieza muestra.

Figura 6. Creación de moldes



Fuente: Elaboración propia

1.8.2. Preparación de moldes y vulcanización

La pieza muestra se coloca en un molde de hule silicón dividido en dos partes, una inferior y una superior. Este molde antes de pasar por el proceso de vulcanizado tiene una consistencia suave y maleable por lo que se cortan manualmente las cavidades para introducir el modelo, tanto en la partes superior como inferior del molde, calculando el espaciamiento adecuado entre piezas para equilibrar la carga a la que se someterá el molde en la máquina vulcanizadora, se colocan también tornillos o remaches que sirven como guías para unir las partes superior e inferior del molde.

El molde ya listo se introduce en un porta moldes que se coloca en la máquina vulcanizadora. A través de calor suministrado por energía eléctrica y presión creada por un gato hidráulico aplicado al porta moldes, el molde

interiormente adquiere la forma de las piezas muestras introducidas en él de manera uniforme y después de ser aplicado el calor y la presión durante cierto tiempo, el molde silicón ha adquirido la forma de la pieza muestra detalladamente en el interior de la parte superior e inferior.

Figura 7. Vulcanización



Fuente: Elaboración propia

Por último, se retira el molde silicón de la máquina vulcanizadora, se separan las partes superior e inferior del molde, se retira la pieza modelo y se procede a cortar vertederos de alimentación de metal y vertederos de ventilación. Los vertederos de alimentación es el medio por el cual el metal líquido fluirá hasta los últimos detalles de la cavidad vulcanizada en el molde, los vertederos de ventilación sirven para que el aire escape fácilmente en el proceso de fundición, evitando burbujas internas y fallas producidas por aire encerrado mientras el metal líquido se solidifica.

Figura 8. Corte de vertederos



Fuente: Elaboración propia

1.8.3. Fundición centrifugada

Este tipo de fundición se lleva a cabo depositando metal líquido en un molde silicón colocado sobre una máquina que rota, este tipo de movimiento llena por completo las cavidades del molde, el líquido en el metal se solidifica y adquiere la forma impresa en el molde. Para iniciar se debe tener metal en estado líquido, para esto se utilizan hornos de fundición en los cuales se depositan las barras de metal sólido para calentarlas y derretirlas hasta un estado líquido. El tipo de metal que se utiliza es un compuesto de zinc, cobre, magnesio y aluminio llamado Zamac.

Figura 9. Derretimiento del metal



Fuente: Elaboración propia

Los hornos de fundición son programados para iniciar sus operaciones desde las primeras horas del día, para que cuando todo el personal llegue a la empresa, el metal este listo para ser utilizado. El molde silicón ya preparado se coloca en la máquina centrífuga e inicia el ciclo automático de esta máquina, se vierte manualmente metal líquido en el vertedero de alimentación que la máquina centrífuga posee y el movimiento rotatorio hace que el líquido pase por los vertederos de alimentación internos del molde silicón, llenando las cavidades del molde, este molde pasa entonces a un ventilador propio de la máquina centrífuga para su enfriado y así el molde esta listo para retirarse.

Figura 10. Centrifugado



Fuente: Elaboración propia

Del molde retirado se extraen las piezas que en ese momento están unidas por un delgado marco de metal producto del metal solidificado en los conductos de alimentación del molde. El molde vuelve a ser introducido en la máquina centrífuga para iniciar de nuevo el ciclo y del marco de metal se extraen las piezas producidas con pinzas o alicates. Aquí se lleva a cabo entonces la primera inspección, se observan que las cavidades del molde hayan sido llenadas por completo con todos los detalles que la pieza muestra posee, que los conductos de alimentación y ventilación hayan cumplido con cabalidad su función y por tanto no se presenten orificios a través de las piezas o porosidades graves que no podrán ser tratadas posteriormente.

Figura 11. Retirado de piezas



Fuente: Elaboración propia

1.8.4. Eliminación de imperfecciones

Las piezas retiradas de la máquina centrífuga pasan a ser depositadas en una máquina vibradora llena de materiales abrasivos de formas y tamaños diversos. Por medio del movimiento vibratorio de piezas y compuestos abrasivos se inicia el desbastado de la pieza donde se da también un pre lustrado en la pieza, eliminando restos de metal no deseado, porosidades y creando superficies lisas que permitirán que el proceso de electro deposición se lleve a cabo de manera correcta. Esta es la operación más larga de todo el proceso, por lo que se deja la máquina programada para funcionar a horas de la noche o madrugada en ciclo automático.

Las piezas se retiran de la máquina vibradora y pasan al proceso de electro deposición donde se tienen tanques que poseen diferentes soluciones químicas que se usarán dependiendo del acabado que se desee, cobre, níquel o latón. Las piezas son transportadas en barriles plásticos y resistentes a los elementos químicos de los tanques.

El primer tanque es un tanque desengrasante para que las piezas estén libres de cualquier grasa y suciedad, el barril con piezas se deja reposar en este tanque y luego se pasa a un tanque con agua para quitar restos de desengrasante. El siguiente tanque posee ácido sulfúrico para crear en la pieza una superficie que permita que el metal que sirva para la galvanización se adhiera con éxito, luego pasa a otro tanque con agua para quitar el exceso de ácido sulfúrico. La siguiente etapa es el tanque que contiene cobre, independientemente de cual de los 3 acabados se desee, todas las piezas pasan siempre por este tanque y luego se pasa a un tanque con recuperador de sales por para evitar que el cobre contamine a los demás tanques, las piezas con acabados en cobre terminan acá la etapa de electro deposición. Las

piezas en níquel o latón pasan entonces a un tanque con latón o níquel según sea el caso y luego por otro tanque con recuperador de sales. Estas piezas necesitan también pasar de nuevo por la máquina vibradora para dar brillo a las piezas, aunque ahora lo hacen por mucho menos tiempo.

Figura 12. Electro deposición



Fuente: Elaboración propia

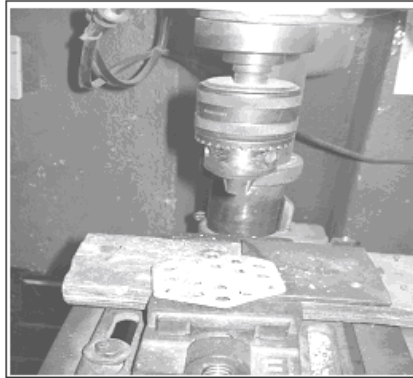
1.8.5. Ensamblaje de piezas

Muchas de las piezas que se producen en Industrias G, S.A. necesitan de un accesorio adicional para convertirse en producto terminado, por ejemplo: argollas en el caso de llaveros, pines para botones y prendedores, agujones y chapetas para el caso de las hebillas. Estos accesorios son colocados en la pieza principal por medio de troqueladoras manuales de patada. El operador manual debe ir colocando una por una la pieza junto con sus accesorios en el área de troquel donde al presionar con su pie el troquel bajará para hacer presión y unir el accesorio con la pieza principal.

Algunas piezas también necesitan aberturas extras con lo cuál se deben de perforar orificios con taladros eléctricos. Ya sea abriendo aberturas en las piezas o uniéndolas con sus accesorios, los operadores manuales realizan una

segunda inspección de las piezas, observando que los acabados del proceso de electro depositación se hayan realizado con éxito.

Figura 13. Perforación de orificios



Fuente: Elaboración propia

1.8.6. Empacado y entrega

El empaclado se realiza manualmente en bolsas de plástico de alta densidad para soportar el peso de las piezas que llevarán dentro. Se debe de dividir el tipo de producto en el caso que se tengan diferentes tipos de piezas y se introducen en la bolsa que le corresponda. Una bolsa puede contener hasta quinientas piezas y cuando los pedidos son grandes las bolsas se colocan en cajas de cartón. La caja entonces ya esta lista para que el vendedor la entregue a su cliente respectivo ya sea que el cliente pase por las instalaciones a recoger el producto o yendo a dejarla hasta la ubicación del mismo.

1.9. Equipo utilizado en el proceso

Para la producción de piezas metálicas en Industrias G, S.A. se utilizan distintos equipos de tipo mecánico, eléctrico, químico, electrónico, neumático y combinaciones entre estos tipos también. Se describen a continuación los

equipos que intervienen directamente en el proceso de producción de piezas fundidas por centrifugado.

1.9.1. Horno de fundición

Este tipo de horno tiene la función de derretir el metal para llevarlo a un estado líquido y así introducirlo dentro de la máquina centrífuga de fundición. Estos hornos son operados a base de gas propano para la obtención y funcionamiento de la flama que derrite al metal y lo mantiene caliente a una temperatura estable.

También utilizan un voltaje de 220 para el funcionamiento de la válvula de gas y llave del piloto, esta válvula lleva adjunta una termocupla y un medidor de temperatura eléctrico para mantener la temperatura estable a la que el horno funcionará. Se cuentan con dos hornos de fundición idénticos y las características de ambos son:

- Horno de crisol a gas propano, marca Conley Casting, modelo #160 con control de temperatura eléctrico a 220 volts.

Figura 14. Horno de fundición



Fuente: Elaboración propia

1.9.2. Compresor de aire

Provee la alimentación de aire comprimido para las operaciones de la empresa. El tipo de compresor que se tiene es un compresor recíprocante y el funcionamiento básicamente se logra al comprimir un volumen de aire en un cilindro cerrado, volumen que después es reducido mediante una acción de desplazamiento mecánico de un pistón que se encuentra dentro del cilindro. El operador designado no hace más que apagar y encender el control de funcionamiento del compresor y este trabaja automáticamente según el suministro de aire que le sea requerido. Las características de este compresor son:

- Compresor de aire, marca Ingersoll Rand, modelo 30T, tanque de 80 galones y potencia de 5 H.P.

Figura 15. Compresor de aire



Fuente: Elaboración propia

1.9.3. Vulcanizador

Este tipo de equipo tiene la función de crear en el molde de silicón una cavidad con la forma y detalles exactos de la pieza muestra que será reproducida en la fundición centrífuga. El molde de silicón con la pieza muestra

entre sus caras superior e inferior es colocado dentro de un portamoldes en el cual se pueden introducir moldes de nueve o doce pulgadas de diámetro, luego el portamoldes es compresionado durante un período de tiempo, la combinación de la temperatura y presión aplicadas hace que se tenga una reproducción exacta de la pieza muestra en el molde silicón.

El diseño de tres postes mantiene el paralelismo entre los portamoldes permitiendo obtener moldes con caras paralelas y sin problemas de desfase durante el proceso de vulcanizado, el calentamiento es realizado a través de resistencias eléctricas que proveen temperatura uniforme en el proceso así como alta eficiencia en el tiempo de calentamiento. Por último la presión ejercida para compresionar el portamoldes es efectuada a través de un gato hidráulico profesional que cuenta con un medidor de presión para ejercer la fuerza que se requiera según el tipo de molde que se este preparando. Industrias G, S.A. usa dos vulcanizadores de este tipo las cuales son:

- Vulcanizador No 1, marca Norco, modelo KYB con capacidad máxima de presión de 700 p.s.i, usa voltaje de 220.
- Vulcanizador No 2, marca Norco, modelo KYB con capacidad máxima de presión de 1000 p.s.i, usa voltaje de 220.

Figura 16. Vulcanizador



Fuente: Elaboración propia

1.9.4. Taladro de pedestal

Sirve para realizar agujeros en las piezas fundidas. A través de un motor eléctrico se genera un movimiento giratorio de alta velocidad sobre el husillo, el husillo sujeta la herramienta de corte o la broca que se utiliza en la operación.

El movimiento del motor al husillo, se realiza mediante correas que enlazan dos poleas escalonadas con las que es posible variar el número de revoluciones de acuerdo a las condiciones de corte del taladrado y el husillo porta brocas. La pieza es colocada en la mesa del pedestal y el operario gira un volante que realiza un movimiento vertical sobre la columna con el husillo para realizar la perforación de la pieza sobre la mesa. Se poseen tres taladros pedestal con las siguientes características:

- Taladro de pedestal 1, marca Craftsman, modelo 817421, velocidad de 1500 r.p.m.
- Taladro de pedestal 2, marca Z, modelo 16Q, velocidad de 1400 r.p.m.
- Taladro de pedestal 3, marca Z, modelo J4116Q, velocidad de 1700 r.p.m.

Figura 17. Taladro de pedestal



Fuente: Elaboración propia

1.9.5. Máquina vibradora

En esta máquina, las piezas fundidas por el proceso de centrifugado, son colocadas junto con materiales abrasivos de distintas formas y tamaños para obtener brillo, lustre y remover de ellas defectos superficiales como porosidad o material que escapó en el proceso de centrifugado.

Las piezas fundidas son colocadas dentro de una cuba gigante junto con el material abrasivo que se desee dependiendo de la operación a realizar, desbastado, brillo o lustre. La cuba inicia un doble movimiento, uno de vibración y otro de movimiento giratorio lento gracias a un motor asíncrono que contiene masas excéntricas que realizan un golpe, produciendo vibraciones y movimiento giratorio. Los materiales abrasivos giran en sentido horario mientras las piezas fundidas giran en sentido contrario mezclando el material con la pieza constantemente y cumpliendo con la operación deseada y determinada por la forma y tamaño de abrasivo en uso.

Posee también alimentación de agua y conducto de desecho de la misma, el agua funciona para mantener en correcto funcionamiento el material abrasivo y así también evacua la escoria de las piezas en limpieza. Los detalles de esta máquina son:

- Máquina vibradora, marca Nicem, modelo VIB 250 SM, funcionamiento a 220 ó 380 volts.

Figura 18. Máquina vibradora



Fuente: Elaboración propia

1.9.6. Máquina centrífuga

Es el equipo que recibe el metal líquido del horno de crisol y a través de un movimiento rotatorio transporta el metal hacia todas las cavidades del molde silicón para reproducir la pieza muestra en metal.

La máquina centrífuga posee tres estaciones para la colocación de moldes teniendo uso simultáneo en cada una de ellas. En la primera estación un nuevo molde esta siendo colocado o retirado por el operador para iniciar el proceso de centrifugado.

La segunda estación esta justamente debajo del tubo de alimentación de metal donde se vierte el metal en estado líquido, el motor interno de la máquina centrífuga inicia entonces el movimiento giratorio para transportar el metal hacia todas las cavidades del molde, el molde se sostiene por un sistema de sujeción y colocado dentro de una cámara para evitar que el molde sea atraído por la fuerza centrífuga y para evitar también que el metal líquido que escapa del proceso dañe a la máquina misma y a los operarios. Por último, la tercera estación esta colocada debajo de un ventilador que hace que el molde silicón termine de enfriar.

La máquina funciona con un voltaje de 220 y posee también alimentación de aire comprimido para el funcionamiento de las compuertas de la cámara de sujeción del molde. Los detalles de la misma son:

- Máquina centrífuga, marca Nicem, modelo TRSME 350, velocidades desde 300 hasta 1500 r.p.m, funcionamiento a 220 ó 380 volts.

Figura 19. Máquina centrífuga



Fuente: <http://www.nicem.it/eng/prodotti/schedaprodotto.asp?c=58&i=369>

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1. Análisis general de la empresa

La herramienta administrativa FODA permite obtener un cuadro de la situación actual de la empresa, a través del análisis de factores internos y externos que contienen fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades. Estos factores se han recopilado de entrevistas con el gerente general y el personal operativo y de su diagnóstico se toman decisiones de mejora acordes a los objetivos de la empresa.

2.1.1. Fortalezas

- Producto rentable y con amplia gama de mercado de distinta índole.
- Personal calificado, con experiencia y multidisciplinarios para las distintas áreas y estaciones de los procesos.
- Áreas, equipos y herramientas adecuadas y eficientes para llevar a cabo la elaboración de los productos.
- Credibilidad y confiabilidad al estar trabajando por más de 10 años con empresas de distintos ramos.
- La gerencia proporciona todas las herramientas, recursos y ayuda posible a sus empleados para que se desempeñen de la mejor manera.

2.1.2. Oportunidades

- La variedad de productos elaborados pueden venderse en una tienda propia de la empresa.

- La experiencia mecánica de los operadores puede utilizarse para crear un programa de mantenimiento preventivo.
- El área de trabajo en la planta es suficiente para que los materiales y el desperdicio se manejen en lugares adecuados y específicos.
- La capacidad instalada es suficiente para expandir la distribución de productos al mercado internacional.
- La colaboración que la gerencia tiene con sus trabajadores puede utilizarse para implementar programas de mejora continua en los procesos tales como el mantenimiento preventivo de la maquinaria, reconociendo y remunerando adecuadamente el desempeño y habilidades de los operadores que trabajen en este programa.

2.1.3. Debilidades

- El desorden de materiales y desperdicios crea un ambiente poco motivador para que los operarios realicen sus labores dentro de la planta.
- La falta de un programa de mantenimiento preventivo en la maquinaria lleva muchas veces a que dicha maquinaria tenga costos de reparación demasiado altos.
- Se desperdicia el uso de la capacidad instalada al no tener todos los equipos en un buen estado que proporcione un funcionamiento óptimo en los procesos.
- Muchos de los procedimientos, aunque se manejan adecuadamente y son del conocimiento de todo el personal, no son estandarizados y tampoco se tienen detallados de forma escrita.

2.1.4. Amenazas

- El uso actual de la capacidad instalada puede llevar a que los clientes actuales o bien clientes potenciales prefieran trabajar con otras empresas que tengan o utilicen una mayor capacidad de producción y que produzcan sus pedidos en menor tiempo.
- Toda la maquinaria y equipo está sujeta a desperfectos mecánicos inesperados, debido a que no se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo y por tanto no se lleva un control de vida útil de piezas y accesorios necesarios para el buen funcionamiento de estos equipos.
- El control de desperdicios que se tiene actualmente atenta a la salud y seguridad de los operarios dentro de la planta.
- Los desperfectos mecánicos inesperados pueden llevar a distintos problemas de producción desde un retraso de pedidos incurriendo en costos inesperados como la subcontratación, hasta la pérdida de clientes que hasta ahora han sido leales con la empresa.

La estrategia que se adecua en base a los factores del FODA anteriormente descritos es una estrategia de re orientación. La re orientación se enfoca en las debilidades y oportunidades que la empresa posee, específicamente en las áreas de mantenimiento y manejo de materiales y desperdicios, se deben aprovechar las oportunidades existentes a través de cambios que corrijan las debilidades y las conviertan en fortalezas beneficiosas para la empresa.

2.2. Necesidades y requerimientos de la empresa

Con base a los factores expresados en el análisis FODA, observación física de instalaciones, del proceso de producción y entrevistas con el gerente general, se presentan las necesidades y requerimientos que la empresa tiene en las áreas de mantenimiento y mejora en el manejo de materiales y desperdicios.

2.2.1. Mantenimiento

Actualmente, Industrias G, S.A. no cuenta con un programa de mantenimiento formal para las máquinas y equipos que se utilizan dentro de las instalaciones, las labores de mantenimiento que se realizan son sobre todo de tipo correctivo, cuando una de las máquinas hace algún ruido extraño, trabaja de manera parcial o cuando falla totalmente. Estas acciones son realizadas por los operarios de sexo masculino que operan en la planta y el gerente general es quien los guía en los trabajos debido a su alta experiencia con el tipo de maquinaria que se utiliza en la empresa, este también ha provisto de todo tipo de herramientas para realizar este tipo de trabajos.

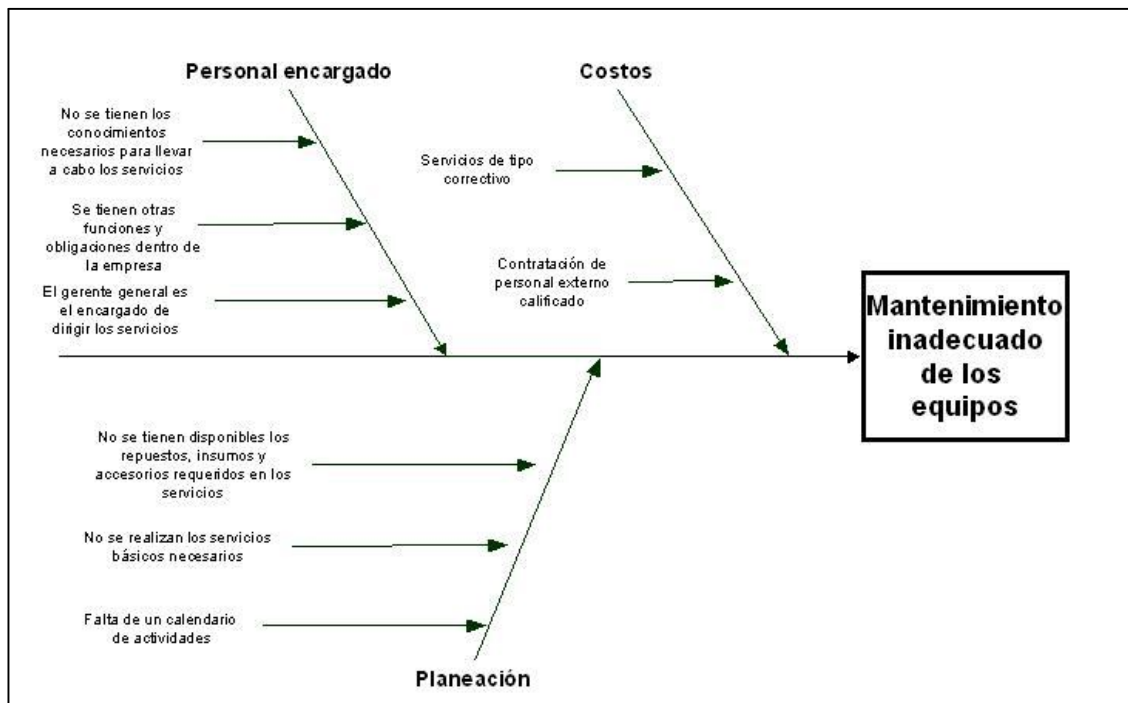
No se tiene establecido ningún tipo de calendarización ni de acciones a realizar, cuando el problema se da entonces se procede a estudiar que acciones se deben tomar y cuando el problema es demasiado grave se debe de contratar a personal externo calificado. Muchos de los problemas graves que se dan en la maquinaria se deben a que no se realizan los servicios básicos de mantenimiento en dichos equipos.

La empresa necesita un programa de mantenimiento que permita que las máquinas y equipos utilizados en el proceso de producción trabajen de una

forma óptima, confiable y segura, llevando un control de los componentes y las tareas que deben realizarse en ellos para mantenerlos en buen estado, evitando paros inesperados en la línea de producción que lleva a retrasos y a gastos inesperados. Se necesita también de personal encargado de realizar estas labores de mantenimiento, que realicen dichas tareas de forma programada y de manera correcta.

Se presenta a continuación el diagrama de causa – efecto para el mantenimiento actual que se maneja en la empresa, a través de este diagrama se visualizan las diferentes ideas y posibles causas que conllevan a que el mantenimiento para los equipos sea inadecuado.

Figura 20. Diagrama causa – efecto del mantenimiento actual



Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Manejo de materiales y desperdicios

Como en toda empresa pasa, si se les da materiales a los operarios y no se lleva ningún control en ellos, siempre habrán desperdicios innecesarios, robos, mal uso de los materiales y otras situaciones derivadas. El manejo de los materiales dentro de la empresa no se maneja de forma estandarizada y tampoco se lleva un control formal sobre el uso de dichos materiales, ocasionando que el operario utilice los materiales según le parezca conveniente.

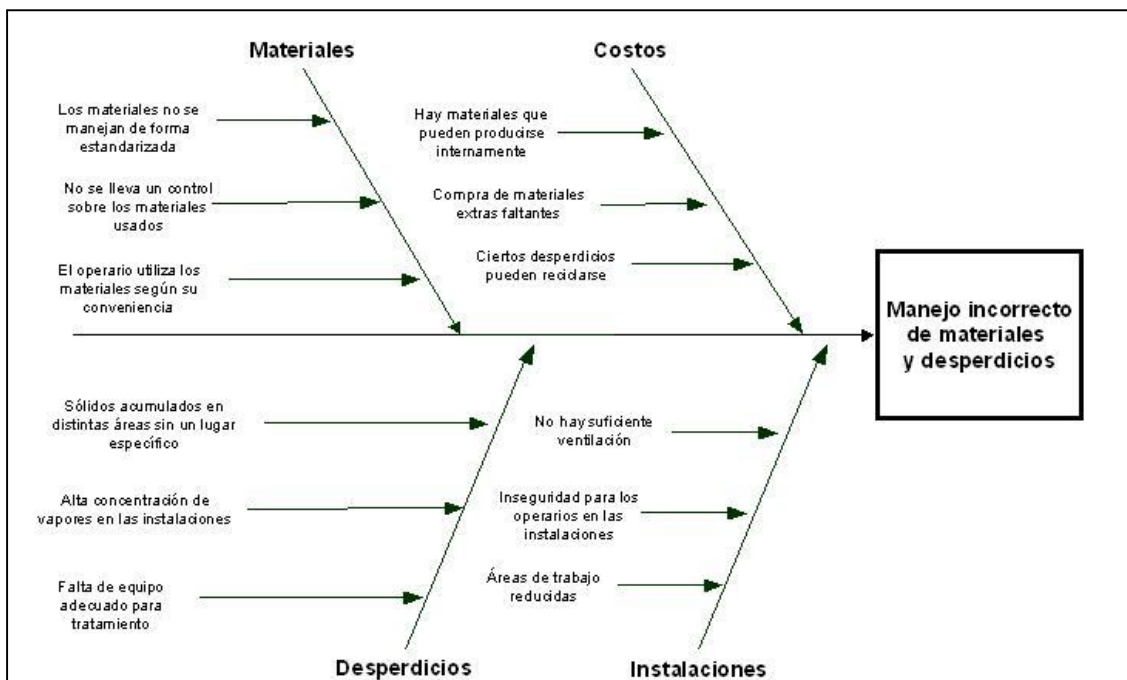
En la mayor parte de los casos el gerente general es el que observa en si se esta utilizando de buena manera los materiales y corrige el mal uso si lo hubiera, esta conveniencia de uso no es la apropiada en la mayoría de casos, teniendo un mal uso de estos materiales y por tanto también compras extras referentes a material pues no hay suficiente para llevar a cabo las operaciones de producción.

Los desperdicios que se tienen dentro de la planta no son tratados de la manera más adecuada, los sólidos se acumulan dentro de distintas áreas dentro de la empresa, no se tiene un lugar específico para colocarlos, por tanto se crea desorden y suciedad dentro de la empresa. Los vapores del proceso de electro depositación se acumulan dentro de las instalaciones y se espera a que escapen poco a poco a través de las puertas y ventanas de las instalaciones, esto conlleva a un riesgo alto para la salud de los trabajadores pues la exposición prolongada de estos vapores es tóxica para el cuerpo humano, además de otros problemas como la falta de visibilidad cuando la concentración de vapores es alta.

Industrias G, S.A. necesita de un control estandarizado en el manejo de los materiales para que se usen de una manera óptima en las distintas áreas de uso, evitando así la compra y otros gastos extras que se puedan tener por la falta de material para llevar a cabo las operaciones de producción. También es necesario proveer alternativas para el correcto desecho de los desperdicios, aprovechando aquellos de los cuales se puede sacar todavía algún provecho y manejando de manera adecuada aquellos que atentan contra la salud de los operarios, haciendo que las instalaciones sean limpias, seguras y de buen agrado para las personas que laboran en ellas.

Las distintas causas posibles del manejo incorrecto de materiales y desperdicios se presentan en el siguiente diagrama causa – efecto.

Figura 21. Diagrama causa – efecto del manejo de materiales y desperdicios actual



Fuente: Elaboración propia

2.3. Justificación del programa de mantenimiento

Los equipos y la maquinaria que se utiliza en Industrias G, S.A. es un tipo de maquinaria no común en el mercado guatemalteco, es un equipo industrial de alto costo de compra y de largo tiempo de entrega a su comprador, por tanto es un equipo que debe de tener todos los cuidados preventivos necesarios para evitar fallas en los mismos.

Una falla mecánica en los equipos conlleva siempre a gastos adicionales que pueden variar desde la compra de un simple empaque hasta la compra de un equipo sustituto dependiendo de la severidad de la falla. Una falla mecánica no solo afecta y lleva a gastos adicionales en la máquina en sí, sino a todo el proceso productivo, se pierde tiempo en la espera de la llegada del personal y las piezas para reparar la maquinaria y se pagan horas ociosas al operario que no puede realizar sus labores a causa del equipo dañado.

Si el equipo es único, se debe parar la línea de producción y se tienen retrasos en los tiempos de entrega de pedidos, lo cuál conlleva al descontento del cliente y a la pérdida de prestigio de la empresa, o bien conlleva a tener que pagar horas extras a los operarios para no retrasar las entregas de pedidos o bien tener que subcontratar a empresas externas para realizar los pedidos con el fin de no perder a los clientes actuales.

Con el fin de evitar estos paros, pérdidas y gastos innecesarios en la planta se implementará un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria de Industrias G, S.A. La implementación de dicho programa prolonga los tiempos de vida útil de la maquinaria y equipo, aumentando la capacidad total de producción, reduce los paros imprevistos a través de una adecuada planificación, programación y control de las reparaciones que se

deben de llevar a cabo para evitar fallas serias en los equipos y se tiene también una mayor confiabilidad en el funcionamiento del equipo por lo cual la empresa puede comprometerse a llevar a cabo la elaboración de los pedidos en el tiempo preciso que se ha estipulado con el cliente.

2.4. Objetivos del mantenimiento

La implementación del programa de mantenimiento preventivo busca en general mantener en buen estado el funcionamiento de la maquinaria que es utilizada en el proceso de producción, esta relación conlleva a que el programa no se limite solamente al aspecto técnico de la maquinaria sino que también se persigan otros objetivos dentro de la empresa.

El gerente general ha manifestado que la empresa necesita alcanzar objetivos operativos para mejorar aspectos relacionados con la producción dentro de la planta como el evitar paros inesperados, reducir errores en los productos y minimizar los retrasos en entregas, además deben cumplirse objetivos económicos como el reducir el costo de las reparaciones, eliminar las subcontratación con otras empresas y reducir el pago de horas extras.

2.4.1. Operativos

- Evitar paros inesperados en la línea de producción.
- Minimizar los retrasos de entrega de pedidos para los clientes.
- Evitar accidentes por mal funcionamiento de equipos y aumentar la seguridad en la empresa.
- Utilizar de manera optima la capacidad de los equipos instalados en la planta.

- Capacitar al personal para llevar a cabo el mantenimiento preventivo en los equipos de la empresa.
- Reducir la probabilidad de error en los productos producidos.

2.4.2. Técnicos

- Prolongar el tiempo de vida útil de la maquinaria.
- Disminuir la gravedad de fallas de los equipos.
- Mantener el funcionamiento de la maquinaria en estado óptimo para su uso.
- Proveer las piezas y repuestos que la máquina necesitara para su servicio en el tiempo adecuado.

2.4.3. Económicos

- Reducir el costo de las reparaciones en la maquinaria.
- Evitar el pago de horas de ocio y de horas extras para los operarios.
- Eliminar el pago de subcontratación para la producción.
- Reducir la contratación de servicios de mantenimiento para los equipos.
- Evitar la compra de repuestos y piezas innecesarias.

2.5. Diagnóstico del mantenimiento en las distintas áreas

Como se mencionaba anteriormente, la empresa no tiene establecido un programa formal de mantenimiento y la mayoría de acciones realizadas en las máquinas y equipos son de carácter correctivo. A continuación se describen las actividades de mantenimiento que la empresa realiza, obtenidas a través de entrevistas con el gerente general y el personal operativo involucrado en los

servicios de las máquinas, los cuales han comentado sus experiencias pasadas con el tema, además de la observación física dentro de la planta.

2.5.1. Modelación

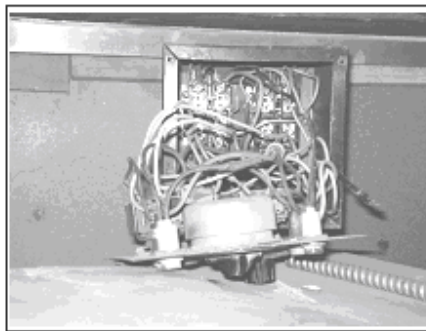
Las máquinas vulcanizadoras son las que intervienen directamente en esta etapa del proceso y llevan la tarea de crear los detalles exactos de la pieza que se producirá a través de la fundición centrífuga, esto a través de un molde de silicón. Se tienen dos máquinas de este tipo en las instalaciones y aunque se diferencian por su capacidad máxima de presión, las partes y el funcionamiento de cada una de ellas es el mismo.

Las actividades de mantenimiento para las máquinas vulcanizadoras por parte de la empresa son el limpiar los portamoldes de los sobrantes sólidos o derretidos que se deben desprender de los moldes silicón cuando están en esta etapa del proceso de producción, esto se realiza removiendo manualmente los sobrantes sólidos del interior de los portamoldes con la ayuda de pinzas y alicates debido a que las superficies están en su mayoría de tiempo muy calientes, y desprendiendo los sobrantes derretidos con espátulas. Estas actividades se realizan usualmente en todas las ocasiones en las que un nuevo molde es utilizado.

También se corrige el sistema eléctrico cuando los portamoldes no producen calor para el proceso o cuando estos no proveen la temperatura adecuada y necesaria, la primera acción correctiva es la de cambiar las resistencias con las cuales estas máquinas crean calor, si no es ese el problema, se revisa el cableado eléctrico y se procede a cortar el área de cable que tiene mal contacto y luego realizar un empalme entre cables que luego es cubierto con cinta aislante o bien si ya hay un empalme realizado, se remueve

la cinta aislante y se vuelve a realizar el empalme de manera adecuada. En otras ocasiones los problemas han sido más que un mal contacto entre cables por lo que se llama a un electricista que revisa el sistema eléctrico en general para encontrar y corregir el problema.

Figura 22. Empalme en vulcanizadora



Fuente: Elaboración propia

Otra actividad es la de llenar los depósitos de aceite de los gatos hidráulicos profesionales, esta actividad al igual que en el sistema eléctrico se lleva a cabo en un sentido de corrección cuando el sistema de levantado del gato hidráulico ya no sube y por tanto no ejerce presión en los moldes silicón. En otras ocasiones el nivel de aceite esta bien pero el gato hidráulico no sube o no ejerce la presión necesaria para el proceso con lo que se debe de llamar a un mecánico exterior para que revise el gato y determine las acciones a tomar.

2.5.2. Fundición

En esta área intervienen 3 equipos en el proceso productivo, los hornos de fundición, la máquina centrífuga y el compresor de aire.

Para los hornos de fundición el mantenimiento consiste en reemplazar aquellas partes que no están cumpliendo con su función en este equipo como lo

son la termocupla, la llave piloto y el control de temperatura. El personal de la empresa remueve cada una de estas partes por separado y luego la reemplaza por otra parte igual que se tenga en la bodega ya sea nueva que se encuentra guardada como repuesto o bien una usada y que no funciona a la perfección, esto con el fin de saber cuál elemento es el que esta fallando y que acción debe tomarse al respecto.

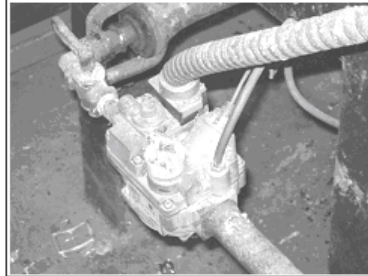
Figura 23. Control de temperatura



Fuente: Elaboración propia

La termocupla no tiene arreglo y se debe de reemplazar cuando ya no cumple su función, la llave piloto se lleva con un electricista exterior el cual realiza un arreglo informal en la misma, dicha llave ya no puede utilizarse todos los días pues el arreglo realizado no es el adecuado, pero se manda a arreglar informalmente pues dicha llave se guarda en la bodega y a la hora de un paro imprevisto se utiliza como repuesto temporal mientras se compra una nueva llave, ocasionando que la temperatura no sea uniforme y se tenga que corregir en cierto período, el control de temperatura también se lleva con el electricista exterior cuando necesita un arreglo que también es únicamente de tipo temporal.

Figura 24. Llave piloto



Fuente: Elaboración propia

Otra actividad interna que se realiza y que a diferencia de las demás actividades de mantenimiento, si se lleva a cabo con mucho cuidado y con cierta periodicidad es la de la revisión de los conductos de gas propano, se revisan todas las conexiones generalmente una vez cada por mes.

Con la máquina centrífuga la empresa si ha preocupado más en el tema de su mantenimiento y aunque no realiza estas labores con el personal interno, se ha contratado a un equipo externo extranjero certificado por la fábrica de la cuál proviene el equipo, ellos se encargan de cambiar cojinetes, ajustar poleas y fajas, ajustar velocidades de rotación, limpiar y lubricar el sistema de alimentación de aire comprimido, ajustar tornillería, en resumen se realiza un mantenimiento extenso en el equipo cada vez que este equipo externo llega a la planta.

Figura 25. Interior máquina centrífuga



Fuente: Elaboración propia

La única limitante es el costo que se tiene al contratar a este equipo pues es bastante elevado, por lo cual la empresa generalmente hace uso del servicio de estos expertos una o dos veces al año según el presupuesto y las ventas que se tengan en la temporada. Esta restricción ha producido que se tengan imprevistos en el funcionamiento del equipo, pues según las normas de fábrica de la máquina, hay partes que necesitan de mantenimiento con más frecuencia y no solamente una o dos veces al año, lo cual conlleva a tener que realizar arreglos temporales por parte del personal interno mientras se esperan por los repuestos que vienen de otro país y se pide una guía por parte del equipo externo para que estos no vengan a realizar solamente una intervención correctiva que sería de gran costo.

El último equipo en esta área es el compresor de aire, uno de los operarios que laboran acá posee experiencia en estos equipos y él es el que se encarga de mantener el nivel de aceite, limpiar el filtro, ajustar fajas y otras actividades cotidianas de mantenimiento en un compresor, el problema es que este operario no posee el tiempo necesario para hacer los servicios cuando se requieren debido a sus demás compromisos dentro de la empresa por lo que a veces se juntan hasta 3 tiempos de servicios sin realizarse y aunque el compresor sigue funcionando sin problemas y no ha dado mayores problemas durante el tiempo que lleva en la empresa, no es lo correcto, el desgaste no es el mismo y el tiempo de vida del equipo esta disminuyendo considerablemente además que se tiene el peligro constante de que la operación se quede sin suministro de aire comprimido.

Figura 26. Faja de compresor de aire



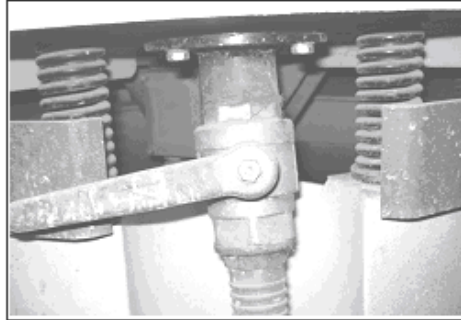
Fuente: Elaboración propia

2.5.3. Acabados superficiales

El equipo que interviene en esta área es la máquina vibradora. El mantenimiento de la máquina vibradora se realiza con el mismo método con el cual se realiza el mantenimiento de la máquina centrífuga pues ambos equipos provienen de la misma fábrica. El equipo externo extranjero cuando visita la empresa para el servicio de mantenimiento en la máquina vibradora, realiza también el servicio de mantenimiento para la máquina vibradora, ellos se encargan de cambiar cojinetes, ajustar tornillos, masas motovibrantes y conductos de carga y descarga de agua.

Debido a que estos servicios se dan 1 ó 2 veces al año, al igual que en la máquina centrífuga, se han tenido desperfectos imprevistos debido a que ciertas partes necesitan de un mantenimiento con mas frecuencia por lo que se deben de realizar arreglos temporales y esperar a que los repuestos y la guía desde el extranjero vengan a las instalaciones.

Figura 27. Interior máquina vibradora



Fuente: Elaboración propia

2.5.4. Ensamble y empaque

Para esta área se tienen los taladros de pedestal. Lamentablemente para estos equipos no se tiene un mayor mantenimiento mas que la limpieza externa cada vez que se hace uso de ellos y el cambio de fajas que se realiza cuando la máquina ya no funciona pues estas fajas se encuentran demasiado desgastadas en ese momento.

Figura 28. Fajas de taladros de pedestal



Fuente: Elaboración propia

En las instalaciones se encuentran otros taladros de pedestal descompuestos que ya no se han arreglado, pues debido al relativo bajo costo de estas máquinas comparadas con otras máquinas y a que no se tiene a

alguien encargado para hacer composturas en estos equipos, la empresa ha preferido tomar la decisión de comprar nuevos taladros para sus instalaciones, con lo cuál se tienen gastos innecesarios además de equipo que bien puede ser ajustado para utilizarse de nuevo.

Figura 29. Taladros descompuestos



Fuente: Elaboración propia

2.6. Análisis de manejo de materiales y desperdicios en las áreas

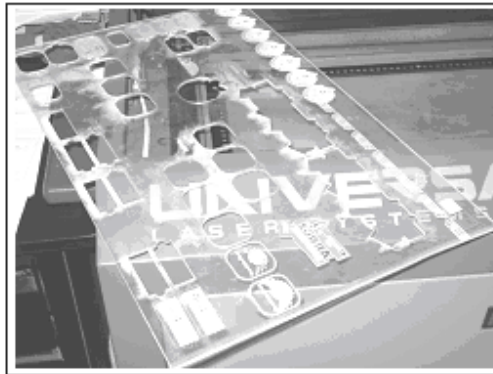
Un buen manejo de materiales dentro de la empresa ayuda no solo a utilizar la cantidad de material necesaria para la operación sino a utilizar esta cantidad de material de la mejor manera posible, aprovechándola al máximo y obteniendo el menor desperdicio posible, por su parte los desperdicios por muy pocos que sean, deben de tener también un tratamiento especial que ayude a obtener un beneficio de ellos si es posible y desechando aquellos que atenten a la salud de los empleados.

A continuación se describen los métodos que la empresa utiliza actualmente tanto para el manejo de materiales como para el manejo de desperdicios, métodos obtenidos a través de entrevistas con el gerente general, gerente de producción y el personal operativo, además de observaciones físicas dentro de la planta.

2.6.1. Modelación

Las planchas de material acrílico transparente son el material que se utiliza para realizar los moldes prueba que se presentan ante el cliente para su aprobación y que luego se llevarán al proceso de vulcanización para reproducirlos en metal, estas planchas se compran en distintas dimensiones de ancho y largo, y con un grosor de 10 mm. siempre.

Figura 30. Material acrílico



Fuente: Elaboración propia

La pieza impresa en material acrílico obtenida por medio de la máquina de grabado computarizado según los estándares del cliente, se presenta ante este para su aprobación antes de iniciar el proceso de vulcanizado, si el cliente no esta de acuerdo con algún detalle requerido, debe de utilizarse más material acrílico para obtener una nueva pieza modificada en la máquina de grabado computarizado por lo que la pieza fallida se tira a un bote de basura junto con los restos del desgaste de material producto del proceso de la máquina de grabado computarizado y otros restos de oficina como grapas y papeles. Las piezas de acrílico que si son aprobadas, después de utilizarse en el proceso de vulcanización, se tiran también debido a que se considera que el tener la pieza

en un molde de hule silicón es suficiente para utilizarse en el futuro si así se desea.

Los moldes de hule de silicón contienen la impresión de la pieza muestra en el proceso de vulcanizado y estos serán introducidos en la máquina centrífuga para la reproducción de la pieza, se usan moldes de 9 y 12 pulgadas y se compran en cajas de 18 unidades provenientes desde México, el pedido según datos históricos se realiza cuando se tiene la cantidad de 4 cajas en bodega y se hace vía correo electrónico.

Figura 31. Molde de hule silicón



Fuente: Elaboración propia

Estos moldes en teoría se pueden utilizar hasta 100 veces, pero su uso real está limitado por la forma y dimensiones de la pieza a reproducir pues las distintas formas utilizan también diferentes temperaturas y diferente cantidad de metal líquido. El uso de los moldes es entonces controlado por el operador encargado de la máquina centrífuga, cuando este cree que el molde está demasiado quemado por su uso, lo descarta pues al utilizarlo de nuevo se obtendrán piezas con fisuras, orificios y superficies ásperas y deformes respecto al modelo original.

Los moldes quemados junto a los restos de hule silicón producto de la abertura de canales de ventilación y alimentación en el proceso de vulcanizado, se juntan en recipientes que además contienen restos de metal para su recolección por parte del servicio de basura de la ciudad, los moldes que todavía están en buen estado se almacenan en una bodega y se ordenan según el tipo de pieza que se puede obtener de ellos, por ejemplo medallas en una parte, llaveros en otra, etcétera.

Por último se usan los clavos de fusión, los clavos de fusión son pequeñas piezas cilíndricas o cónicas que se usan para alinear las caras superior e inferior del molde de hule silicón en el proceso de fundición, se introducen los clavos de fusión junto con la pieza muestra en el proceso de vulcanizado para que el molde silicón obtenga la forma de los mismos que serán la guía para alinear ambas caras.

Figura 32. Clavos de fusión



Fuente: Elaboración propia

Los clavos de fusión no tienen tiempo de vida y pueden utilizarse por mucho período, pero estos al ser de un tamaño diminuto tienden a perderse fácilmente en el proceso cuando estos caen al suelo o se tiran junto con los restos de los moldes de hule silicón. Su uso es controlado por el operador

encargado del las máquinas vulcanizadoras, se compran en cajas de 1000 unidades y este hace el pedido al encargado de bodega cuando se considera que se tienen muy pocas unidades para seguir trabajando.

2.6.2. Fundición

En esta etapa se utiliza el Zamac, un compuesto de zinc, cobre, magnesio y aluminio el cuál es el metal líquido que se utiliza para la producción de piezas. El uso del Zamac es controlado directamente por la encargada de producción pues además de ser el material principal en el proceso de producción, es de alto costo y su pedido tarda aproximadamente un mes pues proviene de México en vía terrestre.

Según datos históricos, el pedido se hace de un mínimo de 4 toneladas cada 2 meses debido a que el proveedor no despacha cantidades menores en pedidos internacionales, la cantidad del pedido puede ser mayor dependiendo de la producción esperada durante ese período y la cantidad de Zamac que se tenga en bodega. La presentación del Zamac es en lingotes en el que cada lingote pesa 9 kilogramos y la cantidad mínima para realizar un nuevo pedido es de 1000 kilogramos y el pedido al igual que los moldes de silicón, se realiza vía correo electrónico.

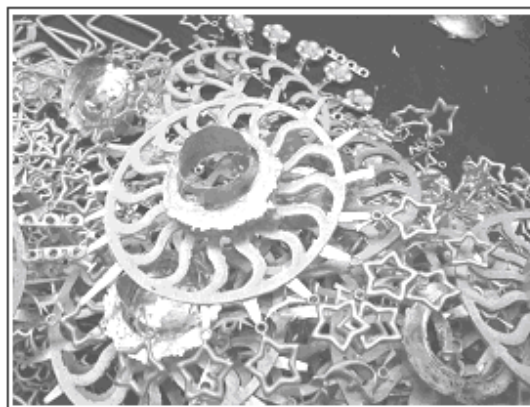
Figura 33. Lingote de Zamac



Fuente: Elaboración propia

El Zamac se utiliza casi en su totalidad en el proceso de fundición, se tienen pequeños restantes formados por el material que se funde dentro de los canales de alimentación del molde silicón, estos restantes en forma de marco circular junto con las piezas de metal defectuosas y los restos sólidos depositados en las ollas de los hornos de fundición se juntan en recipientes para su recolección por parte de personas que compran desperdicios metálicos.

Figura 34. Marco circular de metal



Fuente: Elaboración propia

Los hornos de fundición tienden a soltar mucho humo cuando los lingotes de Zamac se derriten en las ollas y este humo tiende a acumularse dentro de la empresa pues las ventanas y puertas de las instalaciones no compensan la cantidad de humo liberado por los hornos lo cual minimiza la visibilidad dentro de las instalaciones además de ser incomodo para los operarios, se deben esperar largas horas mientras el humo se disipa hacia el exterior.

2.6.3. Acabados superficiales

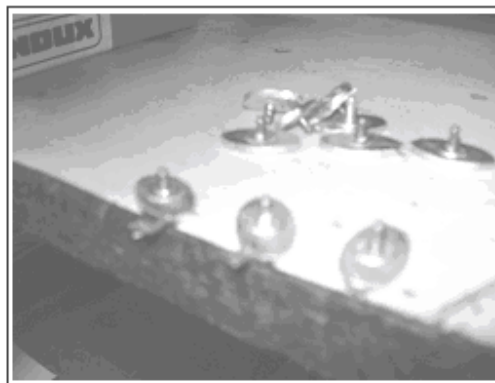
En esta área las piezas ya están fundidas y no necesitan de materia prima para continuar el proceso, por el contrario si se obtienen desechos del proceso en esta etapa. En la máquina vibradora se añade jabón líquido y agua para limpiar las piezas junto con las piedras de pulir que se utilizan en esta máquina, el jabón líquido se compra en medidas de medio galón y se guarda en la bodega, los operadores acuden a la bodega para obtener jabón y utilizarlo en el proceso.

El control que se da acerca del jabón es únicamente en bodega para verificar si se debe de hacer un nuevo pedido, pero de su utilización por parte de los operarios no lo hay, de esto se dan dos situaciones totalmente contrarias, la primera es que el operador no utiliza suficiente jabón para la operación y por tanto las piezas no se limpian adecuadamente del agua sucia y la rebaba desprendida por las piedras de pulir haciendo que la operación tenga que realizarse nuevamente.

El segundo caso es que se utiliza demasiado jabón lo cuál para la operación es bueno, pero para la utilización de recursos es malo pues además de utilizar más jabón del requerido, también debe de utilizarse más cantidad de agua para quitar el exceso de jabón en las piezas. Después de la limpieza de

las piezas el agua con jabón y rebaba es extraída por el canal de desecho de la máquina el cual desemboca en toneles plásticos que luego se transportan manualmente hasta los canales internos de la empresa que tienen como destino final el desagüe público.

Figura 35. Producto con rebaba



Fuente: Elaboración propia

Otros desechos importantes son los que se dan a causa del proceso de electro despositación, acá las piezas son sometidas a baños con cobre, níquel, latón y ácido sulfúrico, los cuales liberan vapores altamente tóxicos cuando la persona se expone por largo tiempo a ellos.

El encargado de esta área utilizaba una mascara con filtro y cartucho, pero esta se averió por lo que ahora utiliza mascarillas de papel las cuales además de ser incomodas no son las adecuadas para este tipo de vapores tóxicos. Además la protección de vapores es solamente para el encargado de esta área, pero la realidad es que cuando las baños se utilizan en su mayor capacidad hay más operarios ayudando en esta área y la concentración de vapores se hace mayor y expandiéndose hacia las área contiguas a esta por lo que más operarios son expuestos ante estos.

También se tienen tanques con agua y desengrasantes o detergentes los cuales son vaciados cuando los tanques se encuentran muy sucios, en este caso los canales de desecho de los baños dan directamente a los canales internos de la empresa que tienen como destino final el desagüe público.

2.6.4. Ensamble y empaque

En esta área se utilizan remaches para utilizarlo mayormente en hebillas de cinchos o zapatos aunque también se utilizan en algunas otras piezas que lo requieran. Estos se compran en cajas de 1000 unidades los cuales al igual que los clavos de fusión utilizados en el proceso de fundición, son de un tamaño pequeño por lo que en su manejo se pierde una pequeña cantidad de piezas.

Figura 36. Remaches



Fuente: Elaboración propia

Se utilizan también bolsas de alta densidad que pueden contener hasta 500 piezas y estas se colocan en cajas para su entrega hacia el cliente. Las bolsas al contener una gran cantidad de piezas, se utilizan de manera proporcionada aunque a veces surgen pedidos pequeños en los cuales podrían utilizarse bolsas de menor tamaño, las cajas también podrían ser utilizadas en tamaños menores para pedidos pequeños pues una caja tiene el tamaño y dimensiones suficientes para colocar más bolsas dentro de ella.

3. DISEÑO DE MANTENIMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES Y DESPERDICIOS

3.1. Programa de mantenimiento

3.1.1. Ejecución de servicios

Los servicios de mantenimiento que se realizan en las máquinas de las instalaciones de Industrias G, S.A. son el corazón del programa de mantenimiento, pues a través de éstos las máquinas continúan realizando su labor asignada en la línea de producción de manera correcta, sin retrasos y sin defectos innecesarios en el producto. Por ello es importante que la ejecución de servicios se realice de una manera programada, con el personal, repuestos y herramientas necesarias, y por supuesto realizando las labores necesarias para cubrir el servicio necesario en la máquina.

3.1.1.1. Personal encargado

El departamento de mantenimiento no es la excepción en cuanto a la necesidad de ordenar su personal en forma jerárquica para lograr un funcionamiento ordenado y eficiente. Anteriormente no existía ningún organigrama para el Departamento de Mantenimiento, por lo que a continuación se presenta el organigrama que ha sido propuesto:

Figura 37. Organigrama del departamento de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Los requisitos y funciones para cada uno de los puestos son los siguientes:

Tabla I. Funciones del jefe de mantenimiento

Puesto: Jefe de Mantenimiento
Requisitos: <ul style="list-style-type: none">• Título de nivel medio con especialidad afín al puesto de trabajo.• Total disponibilidad de tiempo.• Acostumbrado a trabajar bajo presión.• Disponibilidad de fines de semana.• Edad comprendida entre 25 y 35 años.• Experiencia mínima de 5 años.• Estudios de supervisión industrial.• Conocimiento de principios gerenciales.• Especialización en mecánica general.• Conocimientos de hidráulica y neumática.• Dominio de electricidad y electrónica.

Tabla I. Funciones del jefe de mantenimiento. (Continuación)

<p>Atribuciones:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dirección del personal de mantenimiento de maquinaria.• Elaboración de los calendarios de servicios de mantenimiento.• Responsabilidad en elaboración de requerimientos de compra de repuestos y accesorios a nivel local, nacional e internacional.• Elaboración de presupuestos para la realización de los servicios.• Verificar planes de mantenimiento preventivo y correctivo.• Despacho de repuestos, herramientas, insumos y accesorios, ingresos a bodega, manejo de inventarios• Control de fichas históricas de maquinaria y demás documentación de control.• Control de horas extras, salidas, vacaciones, y otros detalles de pago de todo el personal de mantenimiento.• Retroalimentación de tareas para el personal de mantenimiento.• Realizar visitas e inspecciones a cada una de las máquinas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla II. Funciones del mecánico para área de modelación

<p>Puesto: Mecánico para Área de Modelación</p>
<p>Requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Título de nivel medio.• Edad comprendida entre 25 y 35 años.• Experiencia mínima de 5 años.• Conocimientos de mecánica general, neumática, hidráulica y eléctrica.• Disponibilidad de fines de semana.• Acostumbrado a trabajar bajo presión.
<p>Atribuciones:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aplicación de servicios de mantenimiento preventivos y correctivos a máquinas vulcanizadoras.• Aplicación de servicios de mantenimiento preventivos y correctivos a compresor de aire.• Realizar reportes de tareas de mantenimiento efectuadas diaria, semanal, mensual, semestral y anualmente.• Encargado y responsable por las herramientas, insumos y repuestos usados en los servicios de mantenimiento de su área.• Reportar cualquier anomalía en el funcionamiento del equipo con la mayor brevedad posible.

Fuente: Elaboración propia

Tabla III. Funciones del mecánico para área de fundición

Puesto: Mecánico para Área de Fundición
Requisitos: <ul style="list-style-type: none">• Título de nivel medio.• Edad comprendida entre 25 y 35 años.• Experiencia mínima de 5 años.• Conocimientos de mecánica general, neumática, hidráulica y eléctrica.• Disponibilidad de fines de semana.• Acostumbrado a trabajar bajo presión.
Atribuciones: <ul style="list-style-type: none">• Aplicación de servicios de mantenimiento preventivos y correctivos a máquina centrífuga.• Aplicación de servicios de mantenimiento preventivos y correctivos a hornos de fundición.• Realizar reportes de tareas de mantenimiento efectuadas diaria, semanal, mensual, semestral y anualmente.• Encargado y responsable por las herramientas, insumos y repuestos usados en los servicios de mantenimiento de su área.• Reportar cualquier anomalía en el funcionamiento del equipo con la mayor brevedad posible.• mayor brevedad posible.

Fuente: Elaboración propia

Tabla IV. Funciones del mecánico para área de acabados superficiales

Puesto: Mecánico para Área de Acabados Superficiales
Requisitos: <ul style="list-style-type: none">• Título de nivel medio.• Edad comprendida entre 25 y 35 años.• Experiencia mínima de 5 años.• Conocimientos de mecánica general, neumática, hidráulica y eléctrica.• Disponibilidad de fines de semana.• Acostumbrado a trabajar bajo presión.

Tabla IV. Funciones del mecánico para área de acabados superficiales. (Continuación)

<p>Atribuciones:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aplicación de servicios de mantenimiento preventivos y correctivos a máquina vibradora.• Aplicación de servicios de mantenimiento preventivos y correctivos a taladros de pedestal.• Realizar reportes de tareas de mantenimiento efectuadas diaria, semanal, mensual, semestral y anualmente.• Encargado y responsable por las herramientas, insumos y repuestos usados en los servicios de mantenimiento de su área.• Reportar cualquier anomalía en el funcionamiento del equipo con la mayor brevedad posible.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2. Acciones a realizar

Las actividades de mantenimiento preventivo que se practiquen en la empresa deben de garantizar el funcionamiento óptimo de las máquinas de cada área, minimizar los paros por averías y las fallas del equipo que perjudiquen la calidad del producto. Por ello dichas actividades deben de ser realizadas en un período adecuado en el que no pase demasiado tiempo entre servicios, evitando que la máquina falle, pero tampoco tiempo entre servicios demasiado cortos evitando costos innecesarios y aprovechando los insumos y repuestos de manera óptima y aprovechando su tiempo de vida.

Las siguientes son las actividades de mantenimiento preventivo que deben de realizarse en cada una de las máquinas según el período de servicio necesario para ello.

3.1.1.2.1. Hornos de fundición

Actividades diarias:

- Drenar totalmente el metal líquido sobrante después de terminadas las operaciones del día y no dejar que este se solidifique dentro del horno.
- Remover todos los desechos y sedimentaciones depositadas en la olla del horno.

Actividades semanales:

- Verificar manualmente que el control de temperatura no se quede atorado.
- Limpieza externa de los hornos.
- Ajustar la altura del porta termocupla.
- Limpiar la llave piloto.

Actividades mensuales:

- Verificar la ausencia de fugas de gas en el sistema.
- Remover la olla del horno y hacer una limpieza completa de la misma.
- Revisar posibles puntos de fuga de material en la olla.

Actividades semestrales:

- Calibrar el control de temperatura.
- Remover la llave piloto y limpiar cualquier obstrucción entre esta y sus uniones con la tubería.
- Verificar el estado de conexiones del control de temperatura.

- Apretar contactos y borneras.
- Revisar el cableado eléctrico y corregir los puntos de mal contacto.

Actividades anuales:

- Cambiar el porta termocupla.
- Realizar prueba de circuito abierto en el nuevo porta termocupla.
- Verificar el estado de la tubería general.

3.1.1.2.2. Compresor de aire

Actividades diarias:

- Drenar el condensado del receptor y las trampas.
- Verificar el origen de ruidos o vibraciones inusuales.

Actividades semanales:

- Limpiar exteriormente el compresor y sus controles.
- Activar manualmente la válvula de seguridad asegurándose que esta no se quede atorada.
- Verificar el nivel apropiado de aceite.

Actividades mensuales:

- Inspeccionar el nivel de contaminación del aceite y cambiarlo si es necesario.
- Verificar el nivel de tensión de la faja.
- Limpiar el filtro de aire.

- Alineación de poleas.
- Calibrar el manómetro.

Actividades semestrales:

- Cambiar el filtro de aire.
- Cambiar el aceite.
- Inspeccionar las uniones de válvulas.
- Inspeccionar el sistema completo de aire comprimido en búsqueda de fugas.
- Revisar el cableado eléctrico y corregir los puntos de mal contacto.
- Ajustar los pernos de anclaje si es necesario.
- Verificar el estado de desgaste de los cojinetes y sustituirlos si es necesario.
- Apretar contactos y borneras.
- Engrasar los cojinetes.

3.1.1.2.3. Vulcanizadores

Actividades diarias:

- Purgar el aire atrapado en el sistema hidráulico.
- Remover los sobrantes de metal del portamoldes.

Actividades semanales:

- Limpiar exteriormente el vulcanizador y sus controles.
- Inspeccionar el nivel de corrosión en el cilindro de levantado y engrasar si es necesario.

Actividades mensuales:

- Engrasar el tornillo de extensión de levantado.
- Engrasar la superficie exterior del cilindro de levantado.
- Verificar el nivel de aceite en el depósito hidráulico.
- Verificar la continuidad de corriente de las resistencias eléctricas.
- Verificar el amperaje de las resistencias eléctricas.
- Calibrar el manómetro.
- Verificar el funcionamiento correcto de los interruptores de funcionamiento.

Actividades semestrales:

- Calibrar el control de temperatura.
- Cambiar el aceite del depósito.
- Revisar y ajustar las guías de las placas.
- Apretar contactos y borneras.
- Revisar el cableado eléctrico y corregir los puntos de mal contacto.
- Remover y limpiar el tornillo de extensión de levantado.

3.1.1.2.4. Taladros de pedestal

Actividades diarias:

- Limpiar el husillo y la mesa de trabajo.
- Verificar el origen de vibraciones y ruidos extraños.

Actividades semanales:

- Ajustar la tuerca de retención del motor rotatorio.
- Inspeccionar los tornillos de anclaje de la mesa y de la columna.

Actividades mensuales:

- Verificar el nivel de tensión de la faja.
- Alineación de poleas.
- Engrasar el eje de rotación.
- Lubricar la columna para su limpieza.
- Inspeccionar el estado de desgaste de las brocas y sustituirlas si es necesario.

Actividades semestrales:

- Limpiar el interior del portabrocas y su unión con el eje de rotación.
- Verificar la tensión en el resorte de retorno.
- Lubricar el resorte de retorno.
- Inspeccionar el estado de la faja y cambiarla si es necesario.
- Apretar contactos y borneras.
- Revisar el cableado eléctrico y corregir los puntos de mal contacto.

3.1.1.2.5. Máquina vibradora

Actividades diarias:

- Verificar la funcionalidad del pulsador de emergencia activándolo manualmente.

- Limpiar los grifos de introducción y descarga del agua.

Actividades semanales:

- Verificar el origen de vibraciones y ruidos inusuales.
- Limpiar las masas motovibrantes.
- Limpiar el portafusibles.
- Verificar el estado de los fusibles.
- Revisar el caudal de agua de alimentación y operación.

Actividades mensuales:

- Inspeccionar el estado de los tornillos de sujeción del motovibrador y el resto de los tornillos en general.
- Verificar que la sobreposición de las masas motovibrantes sea la correcta.
- Verificar el funcionamiento correcto de los interruptores de funcionamiento.
- Ajustar los pernos de anclaje si es necesario.

Actividades semestrales:

- Verificar el estado de desgaste de los cojinetes y sustituirlos si es necesario.
- Engrasar los cojinetes.
- Revisar el cableado eléctrico y corregir los puntos de mal contacto.
- Regular la intensidad de trabajo de las masas motovibrantes.
- Desmontaje y limpieza general de la cuba.
- Apretar contactos y borneras.

- Limpiar la tarjeta electrónica.

3.1.1.2.6. Máquina centrífuga

Actividades diarias:

- Drenar el condensado de las trampas del sistema de aire comprimido.
 - Limpiar los restos de metal en el sistema de alimentación después de terminadas las operaciones del día.

Actividades semanales:

- Verificar el nivel de aceite en el lubricador.
- Ajustar manualmente las velocidades de rotación.
- Limpiar el portafusibles.
- Verificar el estado de los fusibles.

Actividades mensuales:

- Verificar el nivel de tensión de las fajas.
- Alineación de poleas.
- Inspeccionar mangueras, conectores y válvulas hidráulicas.
- Calibrar manómetro de unidad de mantenimiento.
- Limpiar cartucho filtrante.
 - Verificar el funcionamiento correcto de los interruptores de funcionamiento..
 - Revisar el funcionamiento del ventilador de secado.

Actividades semestrales:

- Verificar el estado de desgaste de los cojinetes y sustituirlos si es necesario.
- Engrasar los cojinetes.
- Cambiar los empaques y retenedores.
- Cambiar el aceite del lubricador.
- Limpiar la tarjeta electrónica.
- Revisar el cableado eléctrico y corregir los puntos de mal contacto.
- Inspeccionar y ajustar la tornillería general.
- Apretar contactos y borneras.
- Revisar y graduar el sistema de clutch.
- Revisar el sistema de ejes y bushing.

3.1.1.3. Recursos necesarios

Para realizar los servicios de mantenimiento es necesario tener al menos tres clases de recursos, humanos, físicos y financieros. El recurso humano lo compone el personal del departamento de mantenimiento y ellos son los encargados de realizar físicamente todas las actividades planificadas en el programa de mantenimiento preventivo incluyendo los servicios, inspecciones y visitas de las máquinas. El personal de mantenimiento también realiza informes de las actividades realizadas y da seguimiento a tales documentos para la mejora del programa.

Los recursos físicos lo componen los insumos, repuestos y herramientas físicas necesarias para llevar a cabo los servicios de mantenimiento. El jefe de mantenimiento es el encargado de administrar dichos recursos y de ponerlos a disposición de los mecánicos para su utilización en los servicios de

mantenimiento. La compra de los recursos físicos así como el pago de salarios del recurso humano y otras inversiones para el programa de mantenimiento preventivo son realizadas a través del recurso financiero, el jefe de mantenimiento realiza un presupuesto mensual para la compra de los recursos físicos, el gerente general se encarga de aprobar dicho presupuesto y el departamento de contabilidad realiza los cheques para las compras.

3.1.1.4. Periodo de ejecución de servicios

Las actividades de mantenimiento preventivo deben de realizarse en el momento óptimo en el cual se necesitan, de esta manera se evitan largos períodos entre servicios en los cuales los repuestos pueden sobrepasar su tiempo de vida y provocando la reducción del tiempo de vida en la distintas partes de la máquina o incluso una avería seria en la misma. Deben evitarse también los períodos cortos entre servicios pues se utilizan de mal manera todos los recursos asignados al programa de mantenimiento, el personal pierde tiempo al realizar actividades innecesarias, los insumos y repuestos no son utilizados a su totalidad y por supuesto se hacen gastos monetarios innecesarios para la empresa.

Las actividades de mantenimiento se han dividido en 5 períodos de tiempo en los cuales el aprovechamiento de los recursos se da de manera óptima.

- Actividades diarias, relacionadas en su mayor parte con la limpieza de los diferentes sistemas de las máquinas, como su nombre lo indica se deben realizar cada día ya sea al iniciar o terminar la jornada de trabajo, estas actividades aunque parezcan sencillas son de suma importancia para el buen funcionamiento de las máquinas.

- Actividades semanales, estas actividades también tienen que ver con la limpieza de los sistemas de la máquina aunque también incluyen actividades como la verificación de sistemas de seguridad y la calibración de ciertos elementos. Se deben realizar en la segunda parte de la jornada de los días viernes y en la jornada del día sábado.
- Actividades mensuales, relacionadas en su mayor parte con las visitas al equipo y verificación de la funcionalidad de los sistemas en general además también de la calibración de elementos medidores, se deben realizar al final de cada mes.
- Actividades semestrales, estas actividades conllevan en su mayor parte a una inspección del equipo, es decir al desmontaje de piezas y corrección de aquellas que lo necesiten, estas actividades se deben de llevar a cabo en los meses de julio, agosto, diciembre y enero debido a que son los meses de menor demanda en los productos y proveen el tiempo necesario para realizar estas tareas que necesitan de mas tiempo.
- Actividades anuales, conllevan al cambio de las piezas que tienen mayor tiempo de vida en la máquina y que merecen un cambio en este período, estas actividades se deben de llevar a cabo en los meses de diciembre y enero debido a que son unos de los meses de menor demanda y se acoplan perfectamente al programa de producción.

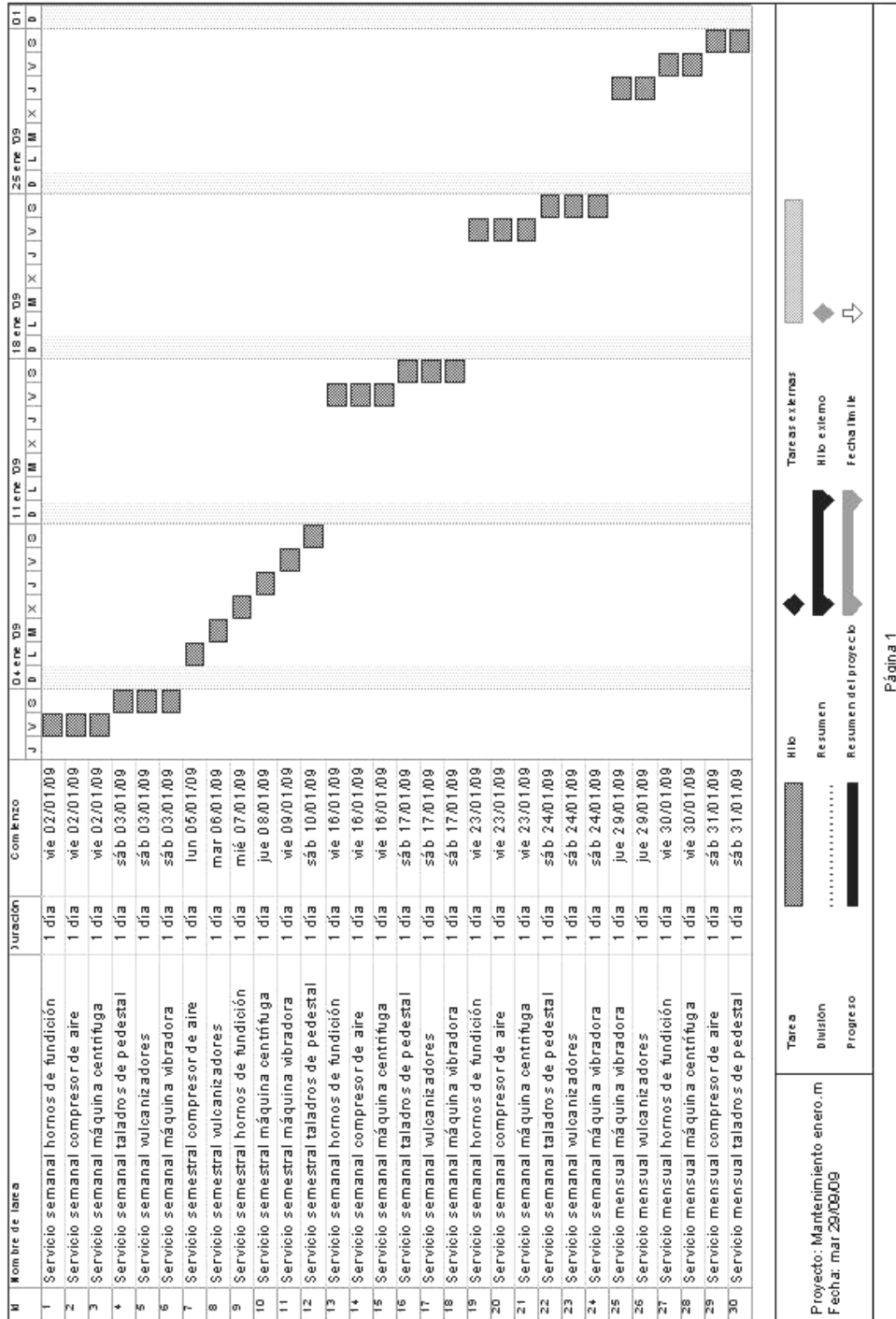
Este es el calendario sugerido para el año 2009 que se acopla a la producción esperada en este año.

Tabla V. Calendario de mantenimiento enero

ENERO 2009	
Fecha	Actividades
Viernes 2	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 3	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Lunes 5	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral compresor de aire.
Martes 6	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral vulcanizadores.
Miércoles 7	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral hornos de fundición.
Jueves 8	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral máquina centrífuga.
Viernes 9	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral máquina vibradora.
Sábado 10	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral taladros de pedestal.
Viernes 16	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 17	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 23	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 24	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Jueves 29	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual máquina vibradora. • Servicio mensual vulcanizadores.
Viernes 30	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual hornos de fundición. • Servicio mensual máquina centrífuga.
Sábado 31	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual compresor de aire. • Servicio mensual taladros de pedestal.

Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Diagrama de Gantt para el mantenimiento de enero



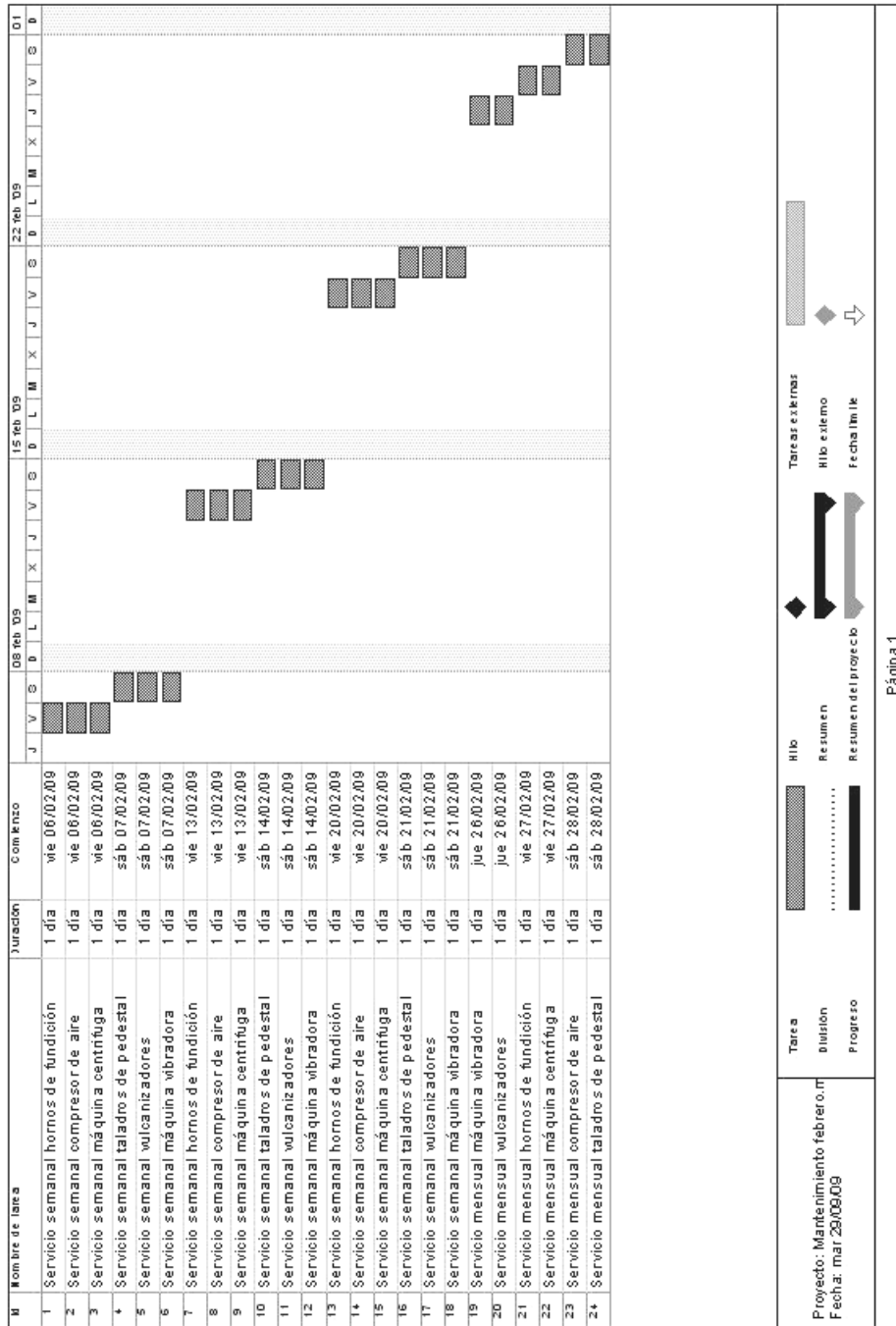
Fuente: Elaboración propia

Tabla VI. Calendario de mantenimiento febrero

FEBRERO 2009	
Fecha	Actividades
Viernes 6	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 7	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 13	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 14	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 20	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 21	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Jueves 26	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual máquina vibradora. • Servicio mensual vulcanizadores.
Viernes 27	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual hornos de fundición. • Servicio mensual máquina centrífuga.
Sábado 28	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual compresor de aire. • Servicio mensual taladros de pedestal.

Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Diagrama de Gantt para el mantenimiento de febrero



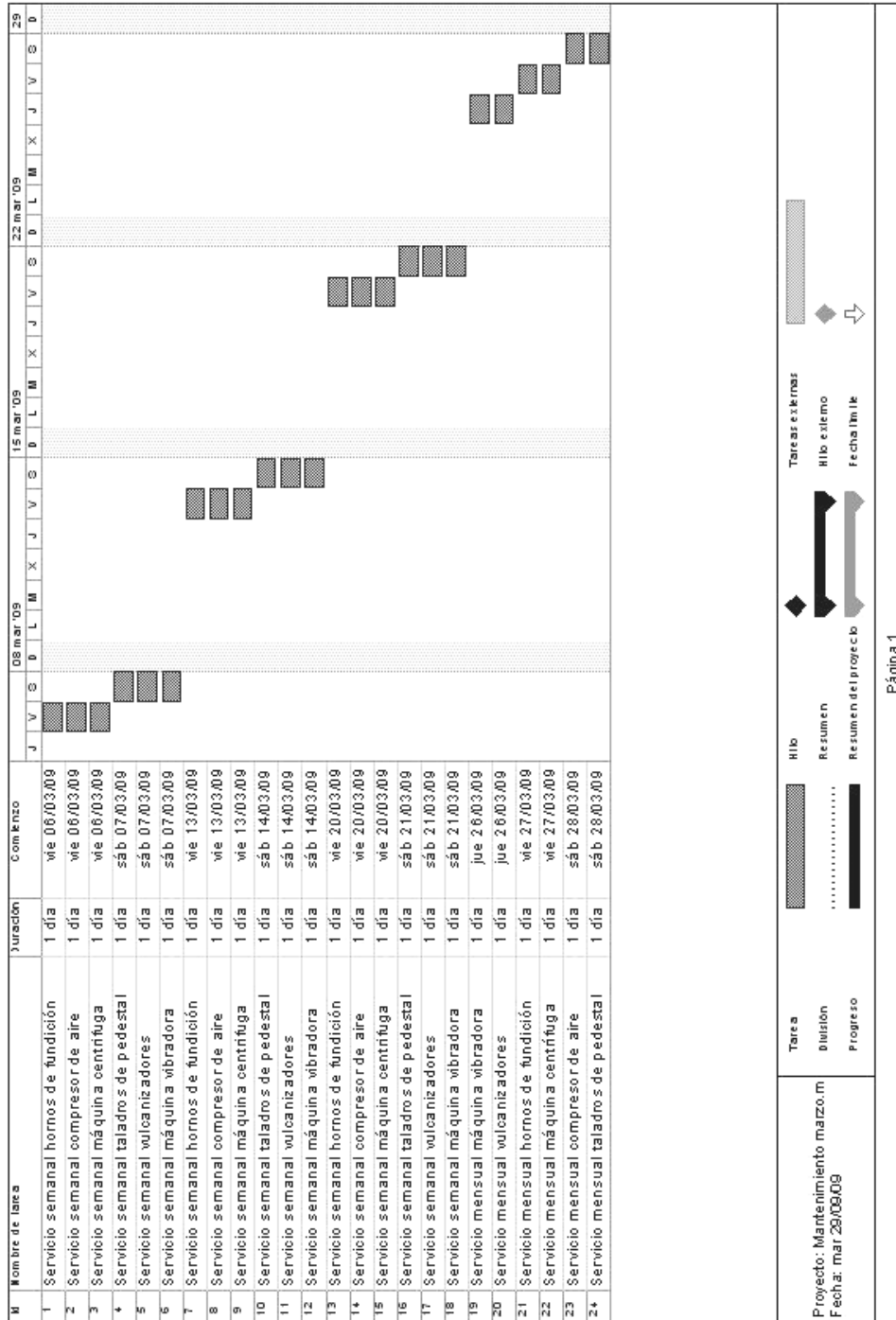
Fuente: Elaboración propia

Tabla VII. Calendario de mantenimiento marzo

MARZO 2009	
Fecha	Actividades
Viernes 6	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 7	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 13	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 14	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 20	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 21	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Jueves 26	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual máquina vibradora. • Servicio mensual vulcanizadores.
Viernes 27	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual hornos de fundición. • Servicio mensual máquina centrífuga.
Sábado 28	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual compresor de aire. • Servicio mensual taladros de pedestal.

Fuente: Elaboración propia

Figura 40. Diagrama de Gantt para el mantenimiento de marzo



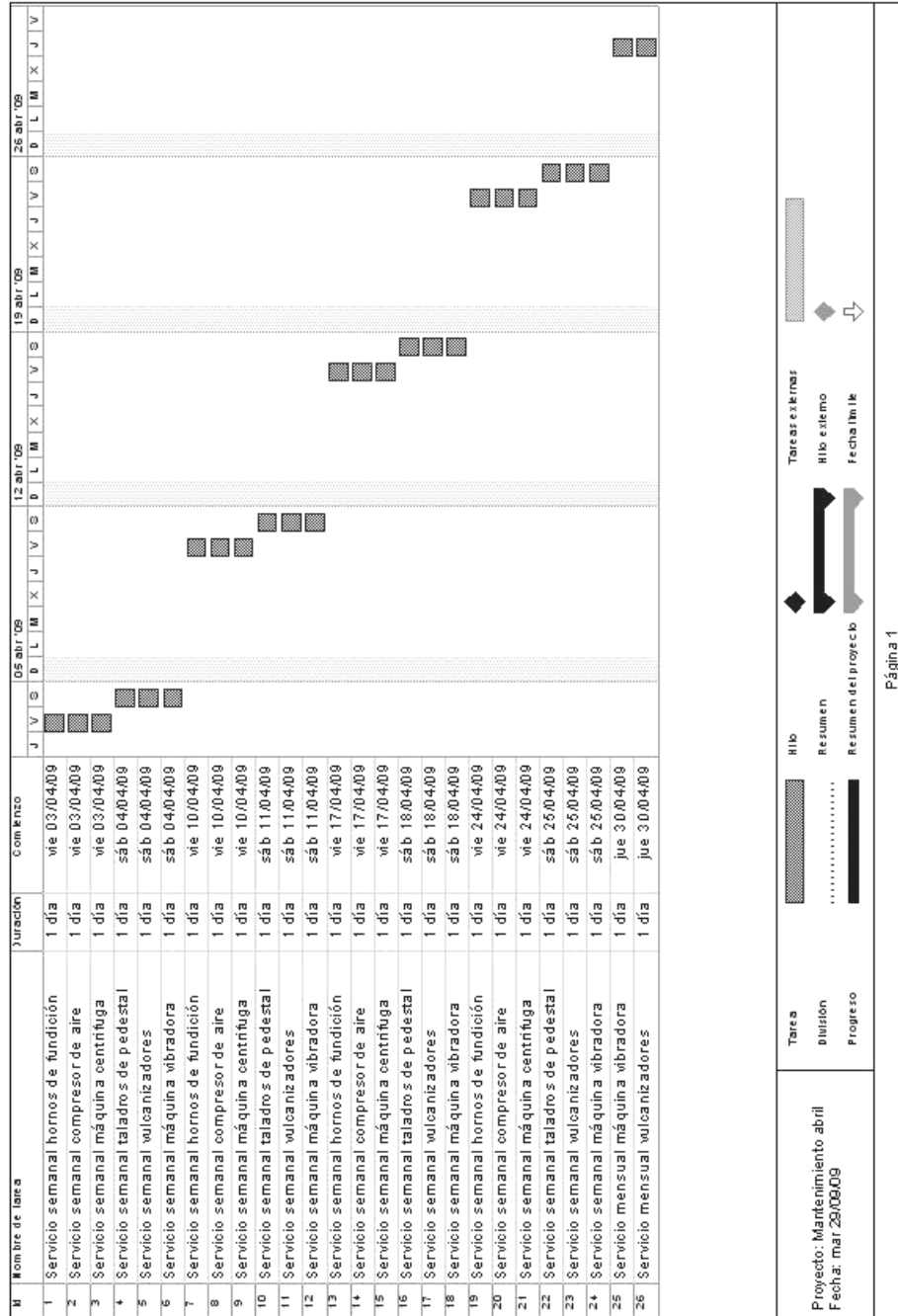
Fuente: Elaboración propia

Tabla VIII. Calendario de mantenimiento abril

ABRIL 2009	
Fecha	Actividades
Viernes 3	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 4	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 10	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 11	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 17	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 18	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 24	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 25	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Jueves 30	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual máquina vibradora. • Servicio mensual vulcanizadores.

Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Diagrama de Gantt para el mantenimiento de abril



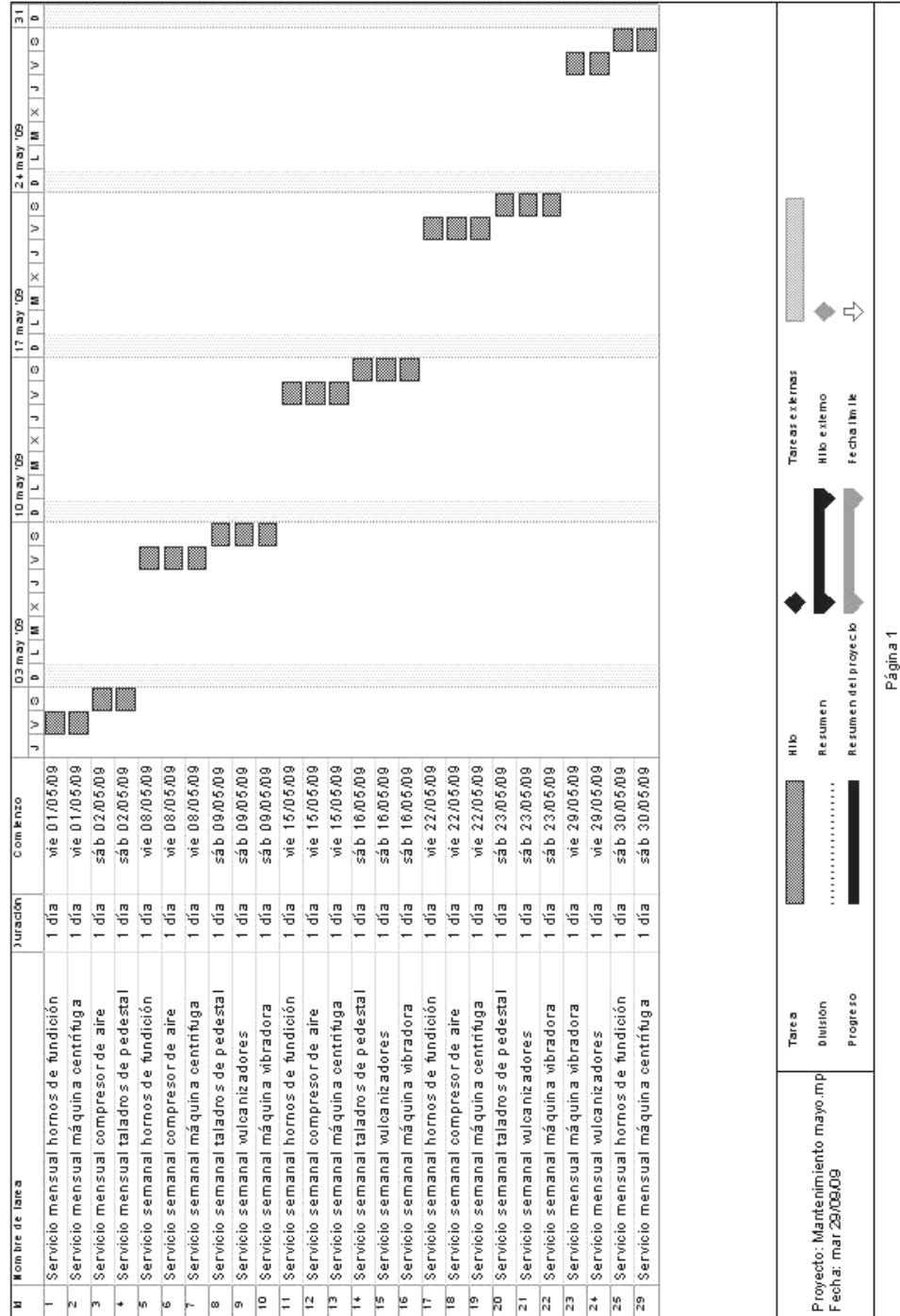
Fuente: Elaboración propia

Tabla IX. Calendario de mantenimiento mayo

MAYO 2009	
Fecha	Actividades
Viernes 1	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual hornos de fundición. • Servicio mensual máquina centrífuga.
Sábado 2	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual compresor de aire. • Servicio mensual taladros de pedestal.
Viernes 8	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 9	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 15	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 16	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 22	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 23	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Jueves 28	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual compresor de aire. • Servicio mensual taladros de pedestal.
Viernes 29	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual máquina vibradora. • Servicio mensual vulcanizadores.
Sábado 30	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual hornos de fundición. • Servicio mensual máquina centrífuga.

Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Diagrama de Gantt para el mantenimiento de mayo



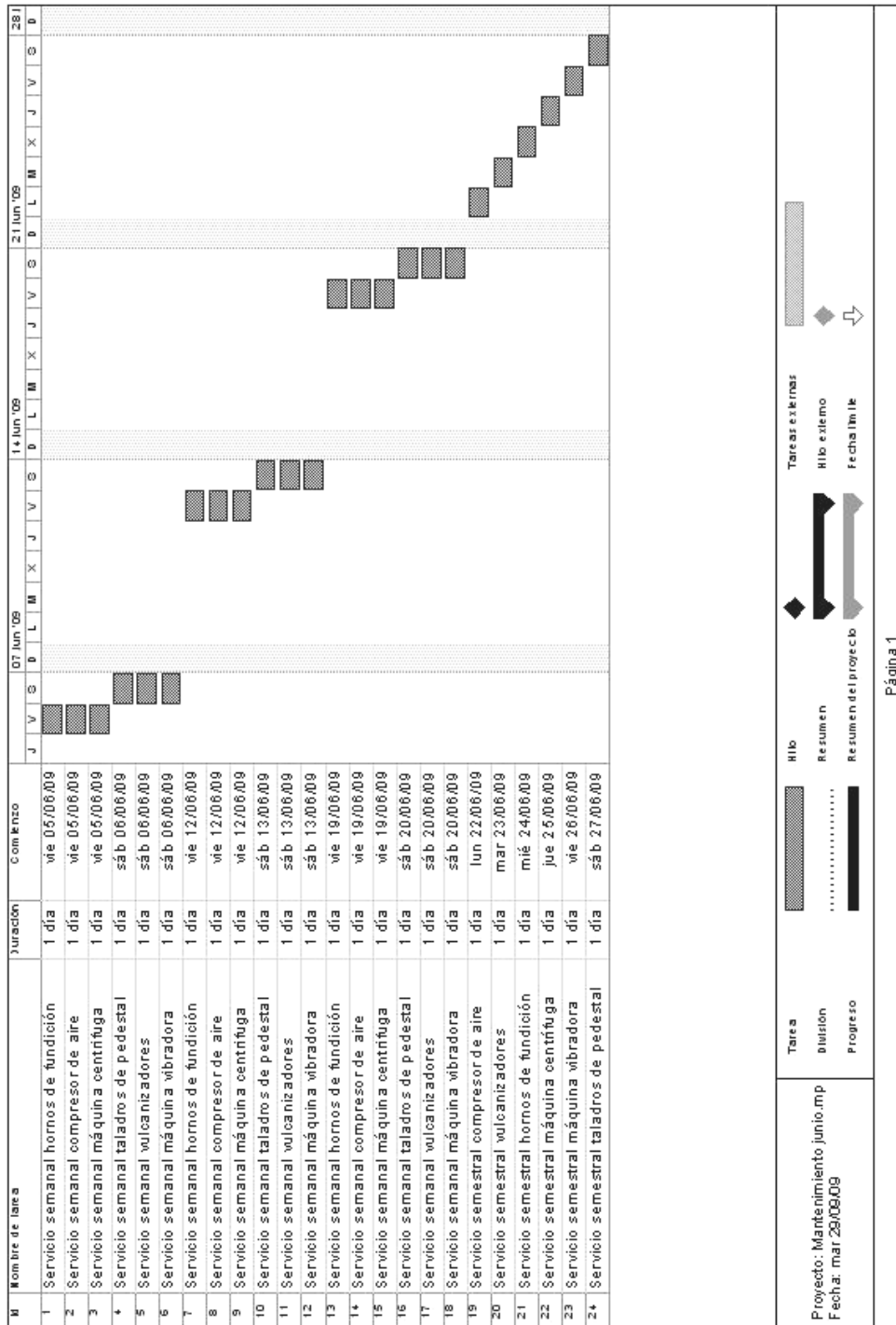
Fuente: Elaboración propia

Tabla X. Calendario de mantenimiento junio

JUNIO 2009	
Fecha	Actividades
Viernes 5	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 6	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 12	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 13	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 19	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 20	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Lunes 22	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral compresor de aire.
Martes 23	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral vulcanizadores.
Miércoles 24	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral hornos de fundición.
Jueves 25	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral máquina centrífuga.
Viernes 26	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral máquina vibradora.
Sábado 27	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semestral taladros de pedestal.

Fuente: Elaboración propia

Figura 43. Diagrama de Gantt para el mantenimiento de junio



Fuente: Elaboración propia

Tabla XI. Calendario de mantenimiento julio

JULIO 2009	
Fecha	Actividades
Viernes 3	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 4	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 10	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 11	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 17	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 18	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 24	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 25	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Jueves 30	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual máquina vibradora. • Servicio mensual vulcanizadores.
Viernes 31	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual hornos de fundición. • Servicio mensual máquina centrífuga.

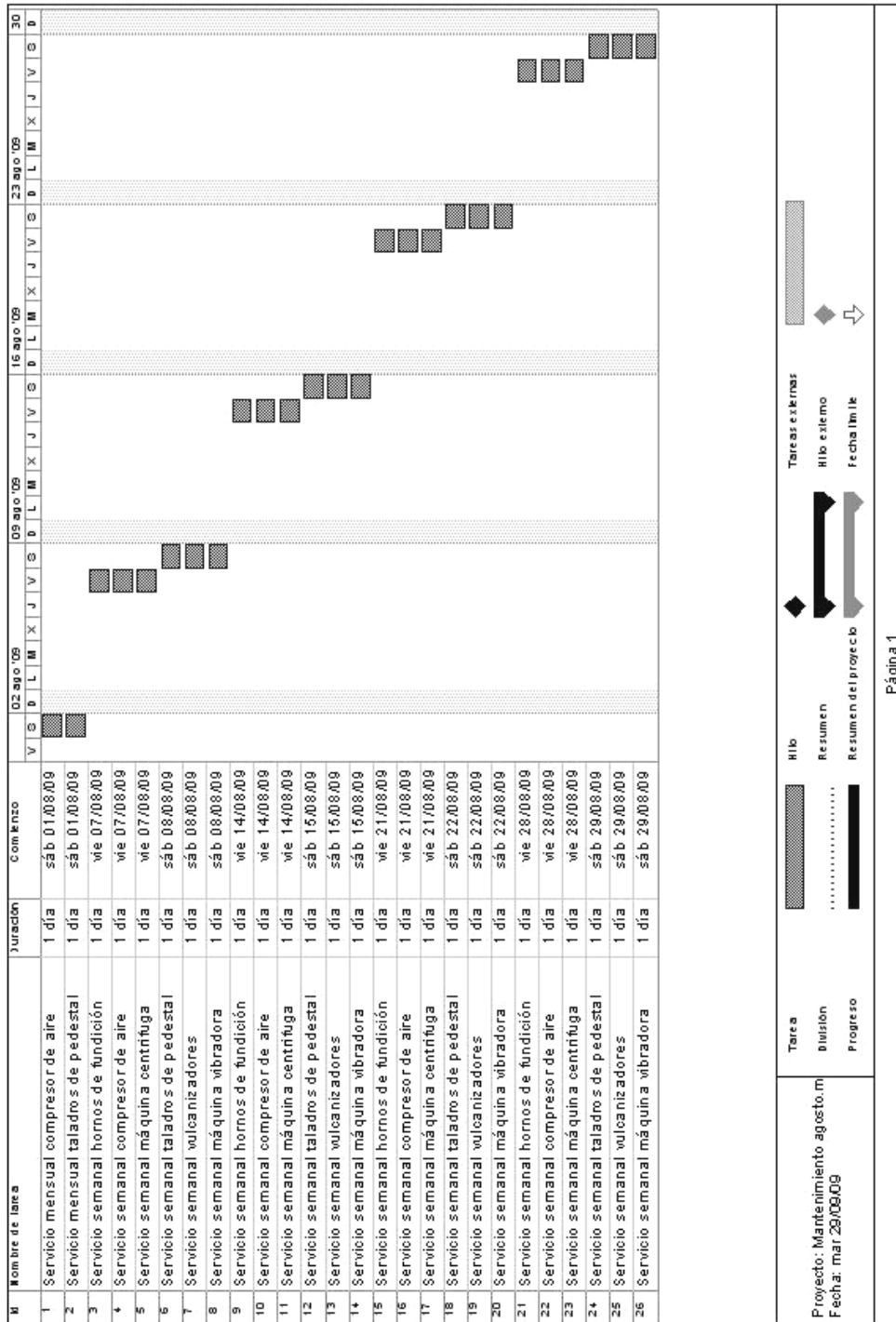
Fuente: Elaboración propia

Tabla XII. Calendario de mantenimiento agosto

AGOSTO 2009	
Fecha	Actividades
Sábado 1	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual compresor de aire. • Servicio mensual taladros de pedestal.
Viernes 7	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 8	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 14	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 15	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 21	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 22	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 28	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 29	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.

Fuente: Elaboración propia

Figura 45. Diagrama de Gantt para el mantenimiento de agosto



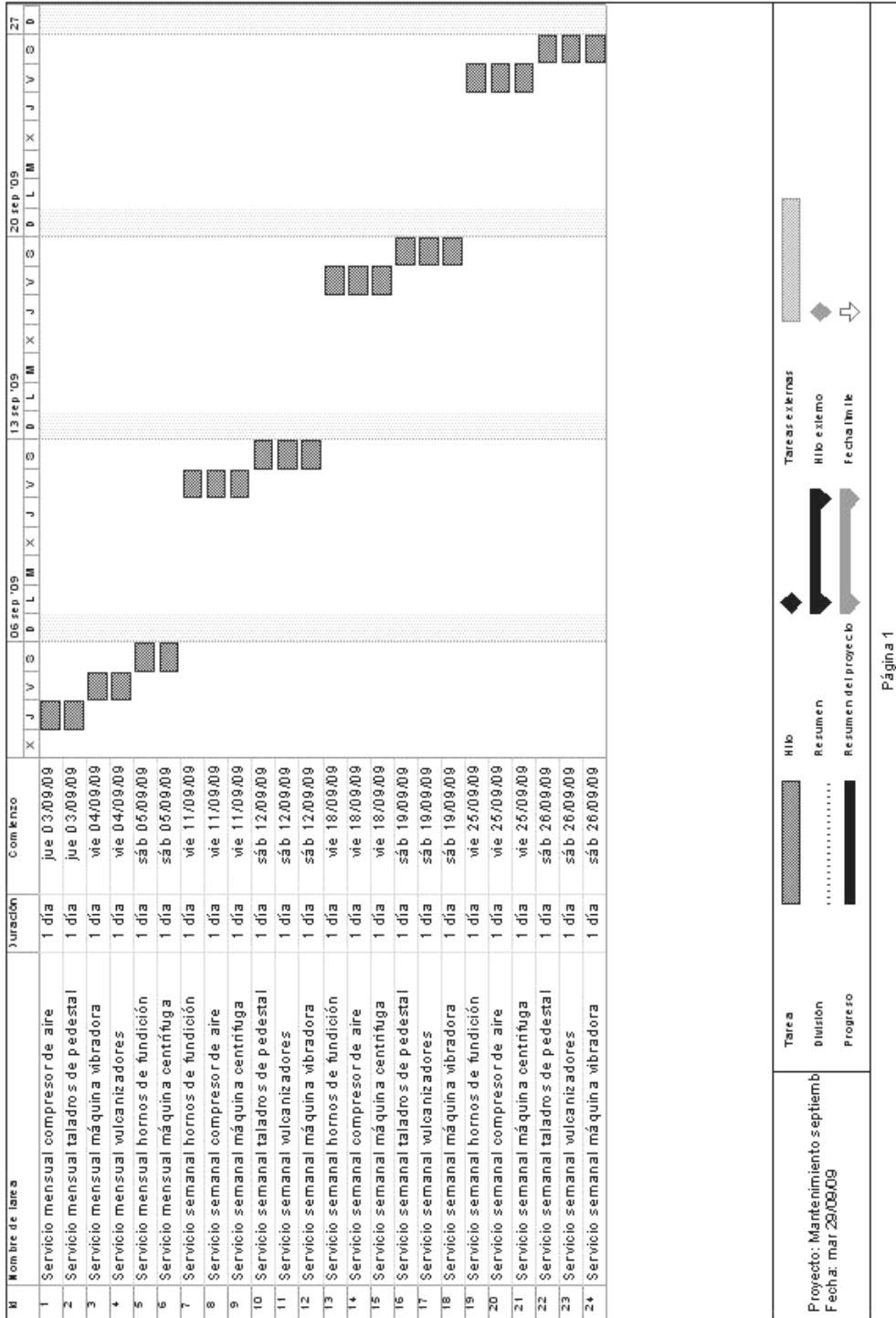
Fuente: Elaboración propia

Tabla XIII. Calendario de mantenimiento septiembre

SEPTIEMBRE 2009	
Fecha	Actividades
Jueves 3	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual compresor de aire. • Servicio mensual taladros de pedestal.
Viernes 4	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual máquina vibradora. • Servicio mensual vulcanizadores.
Sábado 5	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual hornos de fundición. • Servicio mensual máquina centrífuga.
Viernes 11	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 12	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 18	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 19	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 25	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 26	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.

Fuente: Elaboración propia

Figura 46. Diagrama de Gantt para el mantenimiento de septiembre



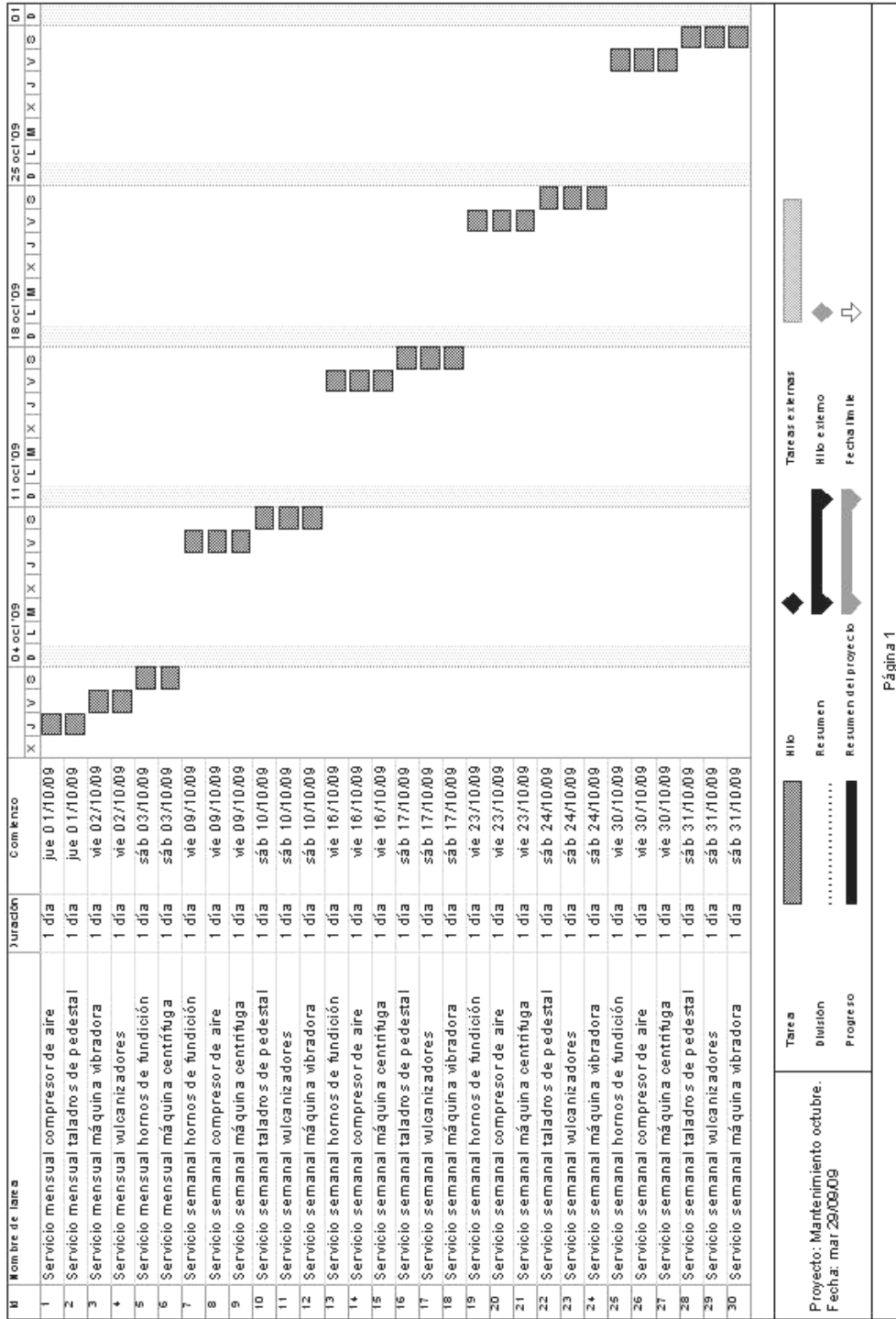
Fuente: Elaboración propia

Tabla XIV. Calendario de mantenimiento octubre

OCTUBRE 2009	
Fecha	Actividades
Jueves 1	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual compresor de aire. • Servicio mensual taladros de pedestal.
Viernes 2	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual máquina vibradora. • Servicio mensual vulcanizadores.
Sábado 3	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual hornos de fundición. • Servicio mensual máquina centrífuga.
Viernes 9	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 10	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 16	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 17	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 23	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 24	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 30	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 31	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.

Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Diagrama de Gantt para el mantenimiento de octubre



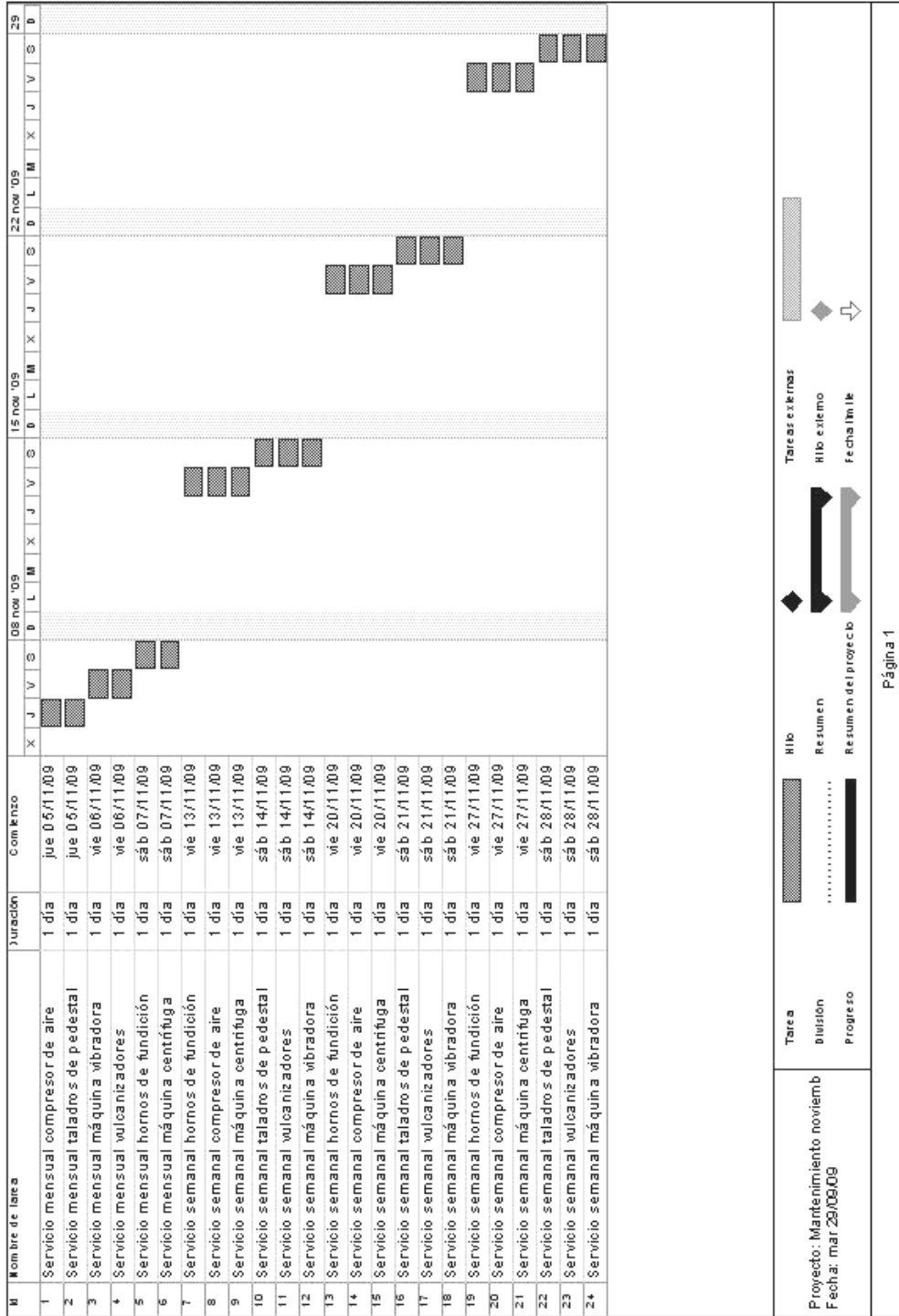
Fuente: Elaboración propia

Tabla XV. Calendario de mantenimiento noviembre

NOVIEMBRE 2009	
Fecha	Actividades
Jueves 5	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual compresor de aire. • Servicio mensual taladros de pedestal.
Viernes 6	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual máquina vibradora. • Servicio mensual vulcanizadores.
Sábado 7	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual hornos de fundición. • Servicio mensual máquina centrífuga.
Viernes 13	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 14	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 20	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 21	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 27	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 28	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.

Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Diagrama de Gantt para el mantenimiento de noviembre



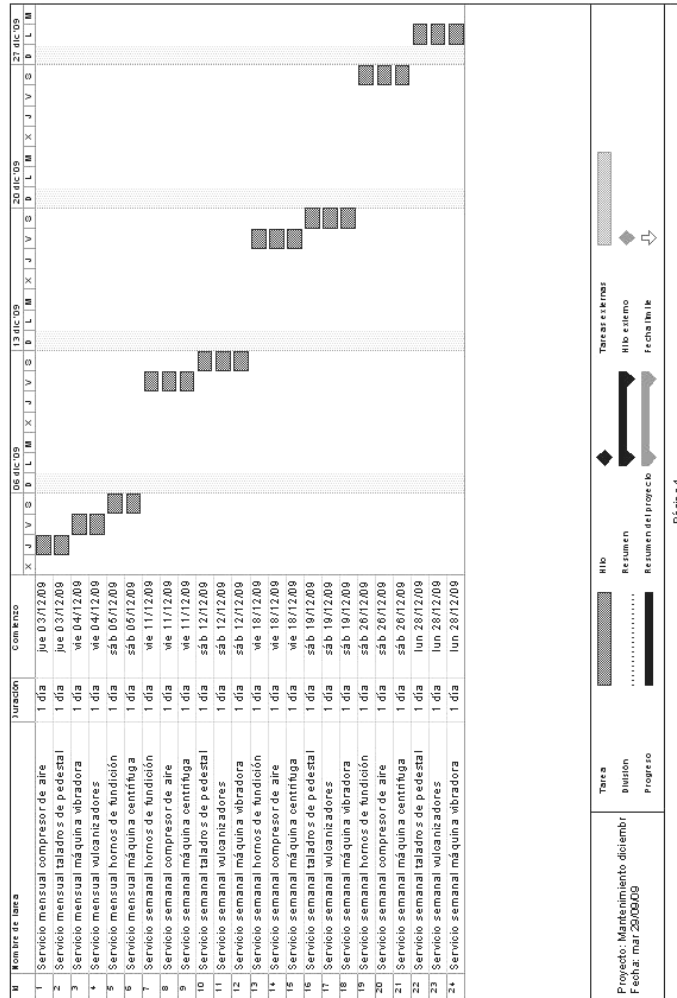
Fuente: Elaboración propia

Tabla XVI. Calendario de mantenimiento diciembre

DICIEMBRE 2009	
Fecha	Actividades
Jueves 3	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual compresor de aire. • Servicio mensual taladros de pedestal.
Viernes 4	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual máquina vibradora. • Servicio mensual vulcanizadores.
Sábado 5	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio mensual hornos de fundición. • Servicio mensual máquina centrífuga.
Viernes 11	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 12	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Viernes 18	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Sábado 19	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.
Sábado 26	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal hornos de fundición. • Servicio semanal compresor de aire. • Servicio semanal máquina centrífuga.
Lunes 28	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio semanal taladros de pedestal. • Servicio semanal vulcanizadores. • Servicio semanal máquina vibradora.

Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Diagrama de Gantt para el mantenimiento de diciembre



Fuente: Elaboración propia

3.1.1.5. Inspecciones y visitas

Las visitas sirven para comprobar el estado del equipo, por medio de revisiones periódicas que no involucran ninguna operación de desmontaje. Las visitas deben ser rápidas y detener el equipo si es necesario, el menor tiempo posible, además se debe comprobar si el equipo trabaja en condiciones de rendimiento óptimo.

Por otra parte las inspecciones son básicamente lo mismo que las visitas, son revisiones periódicas para comprobar el estado del equipo, pero con la diferencia que si se realizan operaciones de desmontaje parcial o total, su profundidad es mayor que en las visitas y es necesario efectuar paros o realizarlas durante el tiempo programado de interrupción de producción.

En cualquiera de los dos casos se comprueba además que los requisitos del programa de mantenimiento preventivo se estén llevando a cabo en el tiempo necesario y de la manera adecuada a fin de que los servicios sean eficientes y seguros. El jefe de mantenimiento debe ser el encargado de realizar estas actividades, las inspecciones en la mayoría de los casos cuando son actividades de mantenimiento semestrales o anuales y las visitas con una mayor frecuencia, preferiblemente de manera aleatoria para verificar que las actividades diarias, semanales y mensuales se estén llevando de acuerdo a la programación y de manera adecuada.

El jefe de mantenimiento debe de usar el formato de “Control de visita / inspección” para apuntar la hora y fecha de la visita o inspección, la duración de la misma, la máquina y partes verificadas, el estado de las partes o repuestos y la intervención realizada durante dicha visita o inspección. Además cuenta con un apartado para realizar los apuntes necesarios para retroalimentar al personal de mantenimiento o que puedan mejorar el programa de mantenimiento.

3.1.2. Control de mantenimiento preventivo

Para verificar que el programa de mantenimiento preventivo se este llevando a cabo de la manera adecuada es necesario tener un método de control que lleve un historial de los servicios, defectos y otros datos importantes

que sirven para formar un archivo de dichos servicios y que proporcione información para mejorar el programa de mantenimiento preventivo. Estos son los documentos que facilitarán dicha información:

3.1.2.1. Ficha técnica de maquinaria

Con este documento se anota la información técnica de cada una de las máquinas que en conjunta funcionará como un inventario de maquinaria, los datos contenidos en dicha ficha son:


- Máquina.
- Marca.
- Modelo.
- Serie.
- Corriente.
- Amperios.
- Potencia.
- Código asignado.
- Mantenimiento rutinario.
- Repuestos recomendados.

En el apartado de máquina se indica el nombre y tipo de máquina de la que se trata, en el de Código asignado se indica el código que se le ha dado a la máquina dentro de la empresa y por último con las secciones de Mantenimiento rutinario y Repuestos recomendados se anotan los datos dados por el fabricante con respecto a estas dos materias. En la sección de Repuestos recomendados se anota el tipo de repuesto, la cantidad necesaria para el mantenimiento de la máquina y se deja una sección para observaciones, además de una sección para colocar la fotografía de la máquina.

Este es el modelo sugerido para la ficha técnica de maquinaria:

Figura 50. Ficha técnica de maquinaria

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



Máquina _____

Modelo _____

Corriente _____

Potencia _____

Marca _____

Serie _____

Amperios _____

Código asignado

Mantenimiento Rutinario

Repuestos recomendados

Repuesto	Cantidad	Anotaciones

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2. Orden de trabajo

Este documento sirve de apoyo para verificar información relacionada con la realización de los servicios directamente y estos son los datos que se manejan:

- Máquina y su respectivo código.
- Orden número, es el número de orden de servicio, el talonario de órdenes de trabajo debe contener esta numeración ya impresa y de forma correlativa.
- Solicitado por, se anota el nombre de la persona que ha solicitado el servicio.
- Fecha, el dato de cuando se ha solicitado el servicio.
- Descripción del trabajo solicitado.
- Autorizado por y fecha de autorización.
- Fecha para realizar trabajo, la fecha asignada para realizar el servicio.
- Informe del trabajo realizado, un pequeño resumen del servicio realizado indicando datos como las actividades realizadas, problemas encontrados, piezas intervenidas, etc.
- Realizado por, se indica el nombre de la persona que estuvo a cargo de la realización del servicio.
- Hora de inicio y hora de finalización del servicio.
- Duración del servicio.
- Revisado y aprobado por, el nombre de la persona que verificó que la información anterior sea correcta.

Este es el modelo de orden de trabajo sugerido:

Figura 51. Orden de trabajo



El formulario 'ORDEN DE TRABAJO' incluye un logotipo circular con un patrón de líneas horizontales en la esquina superior izquierda. El título 'ORDEN DE TRABAJO' está centrado en la parte superior. El formulario contiene los siguientes campos:

- Máquina _____
- Código _____
- Orden No
- Solicitado por: _____
- Fecha _____
- Descripción del trabajo solicitado

- Autorizado por: _____
- Fecha _____
- Fecha para realizar trabajo _____
- Informe del trabajo realizado

- Realizado por: _____
- Hora de inicio
- Hora de finalización
- Duración
- Revisado y aprobado por: _____

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.3. Control de visita e inspección

Este documento cumple con la función de anotar la información obtenida de las visitas o inspecciones que se realizan en la máquina y la siguiente es la información que se maneja en dicho documento:

- Hoja número, el número de hora correlativo e impreso en el talonario de hojas de Control de visita e inspección.
- Máquina y su código asignado.
- Fecha en la que se realiza la inspección o visita.
- Inspección, visita, se debe seleccionar una de las dos casillas para indicar si se trata de una visita o una inspección a la máquina.
- Hora de inicio y hora de finalización.
- Duración de la visita o inspección.
- Parte revisada, el nombre de la pieza o mecanismo visitado o inspeccionado.
- Estado, en este se selecciona si la parte visitada o inspeccionada esta en buen estado o mal estado.
- Intervenciones realizadas, las acciones que se llevaron a cabo a partir de lo visto o inspeccionado.
- Observaciones, se anotan datos que sirvan para futura referencia como fecha próxima para el cambio de una pieza o la necesidad de un servicio próximo.
- Revisado y aprobado por, se anota el nombre de la persona que verifica la información contenida en este documento.

El siguiente es el modelo a utilizar para este fin:

Figura 52. Control de visita e inspección

Parte revisada	Estado		Intervenciones realizadas
	Bueno	Malo	

CONTROL DE VISITA / INSPECCIÓN

Hoja No

Máquina _____

Código _____ Fecha _____

Inspección Hora inicio _____

Visita Hora Finalización _____

Duración _____

Observaciones:

Revisado y aprobado por: _____

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.4. Control de órdenes de trabajo

Con el control de órdenes de trabajo se tiene un historial de los diferentes servicios realizados dentro de la empresa y los datos importantes de los mismos que sirvan de referencia para la mejora del programa de mantenimiento preventivo, información obtenida de las órdenes de trabajo.

Se manejan los siguientes datos:

- Hoja número, contiene el número correlativo e impreso en el talonario de Control de órdenes de trabajo.
- Fecha en la que se realizó el servicio.
- Máquina intervenida.
- Código de la máquina.
- Duración del servicio.
- Fecha de trabajo, se divide en dos secciones, la fecha programada para realizar el servicio y la fecha real en que se realizó.
- Efectuado por, se anota el nombre de la persona que realizó el servicio.
- Observaciones, se indica información que justifique la realización del servicio, la diferencia de fecha planeada y fecha real de servicio o cualquier otro de los datos contenidos.

Este es el modelo a utilizar para el control de órdenes de trabajo:

Figura 53. Control de órdenes de trabajo

CONTROL DE ÓRDENES DE TRABAJO							
		Hoja No <input type="text"/>					
Fecha	Máquina	Código maquina	Duracion	Fecha de trabajo		Efectuado por	Observaciones
				Planeada	Realizada		

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Bodega de repuestos

La bodega de repuestos como su nombre lo indica es la bodega en la que se mantienen los repuestos de las máquinas necesarios para cumplir los servicios del programa de mantenimiento preventivo, además de repuestos también se incluyen insumos y accesorios tales como tornillos, aceites y lijas, necesarios también para realizar dichos servicios.

La bodega de repuestos debe ser administrada por el Jefe de Mantenimiento, donde dicha autoridad despacha y aprueba los pedidos de repuestos, insumos y accesorios por parte de los mecánicos de las diferentes

áreas, además de llevar el inventarios de dichos elementos para realizar las órdenes de compra cuando este planificado o bien cuando se necesiten en caso de una emergencia.

3.1.3.1. Stock mínimo necesario

El stock mínimo representa la cantidad de repuestos, insumos y accesorios necesarios para poder llevar a cabo el programa de mantenimiento preventivo. Si la bodega de repuestos contiene la cantidad necesaria de estos elementos en un período específico de tiempo, se podrán realizar todos los servicios programados en las máquinas sin ningún contratiempo en relación a los elementos necesarios para llevar a cabo dichos servicios.

El siguiente cuadro muestra el nombre y cantidad de cada uno de los repuestos, insumos y accesorios necesarios para realizar los servicios del programa de mantenimiento, además se incluye un apartado indicando el departamento destino de cada elemento.

Tabla XVII. Stock mínimo necesario

DESCRIPCION	CANTIDAD	DEPARTAMENTO
REP.862 J-1027-1ATAK UP SPRING	1	FUNDICIÓN
REP.FOR.532-G-18/1 1180BRACKET	1	FUNDICIÓN
REP.IVOMAQ RESORTE 17003423	1	FUNDICIÓN
REP.JUKI.B9117-012-000 BOBBIN	4	FUNDICIÓN
REP.PF.22097 NEEDLE THREAD KNI	1	ACABADOS SUPERFICIALES
REP.PF.6560 SHUTTLE HOOK	1	ACABADOS SUPERFICIALES
REP.SNG.200086 LEVER PINCH	1	ACABADOS SUPERFICIALES
REP.SNG.200577 SCREW	1	ACABADOS SUPERFICIALES
REP.SNG.244049 TENSION DISC FR	1	ACABADOS SUPERFICIALES
REP.SNG.263424 CLUTCH	1	ACABADOS SUPERFICIALES
REP.SNG.691 SCREW	2	ACABADOS SUPERFICIALES
REP.USL.416 ϕ 571 THROAT	1	FUNDICIÓN
REP.USL.574 A+ GUIDE STATIONAR	2	FUNDICIÓN
REP.USL.993 ESCUADRAS	2	FUNDICIÓN

Tabla XVII. Stock mínimo necesario. (Continuación)

REP.USL.994 ESCUADRAS	2	FUNDICIÓN
REP.USL.KZG-232 KNIFE MOBABLE	2	FUNDICIÓN
REP.VALVULAS JKHA8/27	1	FUNDICIÓN
REP.VALVULAS YKC4/SA	1	ACABADOS SUPERFICIALES
REP.VAY KA813.WA	1	FUNDICIÓN
REP.VAY KC813.WA VALVULA	1	FUNDICIÓN
ACEITE TELLUS 100 GALON	15	TODOS
ACEITERA PITON FLEXIBLE	1	TODOS
ALEZNAS 8001 NR 43	10	FUNDICIÓN
AMORTIGUADORES BLOCK P/H.S.J.	28	ACABADOS SUPERFICIALES
ARANCADOR DIR.CAJA DE11-16 AMP	1	ACABADOS SUPERFICIALES
BANDAS DE LIJA P-24	6	FUNDICIÓN
BASES SIMPLES P/ STARTER	5	ACABADOS SUPERFICIALES
CEPILLO VULCANIZADO 160X35	1	TODOS
CINTA DE AISLAR SCOTCH SUP.33+	3	TODOS
CIRCUITOS INTEGRADOS ECG960	1	FUNDICIÓN
COJINETE FAG 6203 2Z	1	ACABADOS SUPERFICIALES
COJINETES 6001 2Z SKF	2	ACABADOS SUPERFICIALES
COJINETES 608 ZZ	2	ACABADOS SUPERFICIALES
COJINETES FAG 6202 27RC3	4	ACABADOS SUPERFICIALES
COJINETES SKF 6204.2Z	2	FUNDICIÓN
COJINETES SKF 6206 2Z	2	FUNDICIÓN
COJINETES SKF 6305 2ZR	2	FUNDICIÓN
CONECTOR DE 2"	2	ACABADOS SUPERFICIALES
CONTACTOR 3TF 41-22	1	ACABADOS SUPERFICIALES
COPLA GALV. 2	6	MODELACIÓN
FAJA 2 L -190	1	ENSAMBLE Y EMPAQUE
FAJA A-27	1	ACABADOS SUPERFICIALES
FAJA DE CUERO ¼	7	FUNDICIÓN
FAJAS A-110	1	ENSAMBLE Y EMPAQUE
FAJAS A-46	2	ENSAMBLE Y EMPAQUE
FAJAS B-120	2	ENSAMBLE Y EMPAQUE
FAJAS B-56	1	ACABADOS SUPERFICIALES
FAJAS B-72	1	FUNDICIÓN
FAJAS F-42	2	FUNDICIÓN
FUSIBLE DE CART. 50AMP. 380V.	3	FUNDICIÓN
GRAPAS ESTÁNDAR	1	TODOS
GRASA QUAKER	2	TODOS
GRASA SKF # 2	3	TODOS
GUIAS PURITAN BHP (PEQUEÑAS)	5	ACABADOS SUPERFICIALES
GUIAS PURITAN CHP (GRANDES)	3	ACABADOS SUPERFICIALES
INTERRUPTOR AJUSTABLE 45-63A	1	MODELACIÓN
LIJA G-100	34	TODOS

Tabla XVII. Stock mínimo necesario. (Continuación)

LIJA GRANO 3M 220 24*50	4	TODOS
LIJA GRANO G-80 6"	1	TODOS
LIJA GRANO P-24	80	TODOS
LIJA GRANO P-40	6	TODOS
LIJA GRANO P-60	73	TODOS
MICROSWITCH SO * GK2 * S20	2	MODELACIÓN
PAPEL JUMBO ROLL	32	TODOS
RESIS.PLANA P-8401 350W 240V	2	MODELACIÓN
RESIS.TUBULAR 220V3000W 14164	1	MODELACIÓN
RESITENCIA TUB.ENTORCHADO220V	2	FUNDICIÓN
RESORTES 6*1/2	1	FUNDICIÓN
ROLDANA DE ½	8	FUNDICIÓN
ROLDANA DE 3/8	16	FUNDICIÓN
ROLDANAS 5/16	31	FUNDICIÓN
SIERRA DE ACERO PLATA	7	TODOS
SPRAY ELECTRICAL CONTAC 25791	1	TODOS
STARTER FS-4	3	FUNDICIÓN
SUPER BONDER	8	MODELACIÓN
TORN.ALLEN C/PLANA 3/8 X 1 1/2	2	ENSAMBLE Y EMPAQUE
TORNILLO ALLEN 1/2X3/4	2	ENSAMBLE Y EMPAQUE
TORNILLO ALLEN 1/4X3	2	MODELACIÓN
TORNILLO ALLEN 3/16 * 5/8	1	MODELACIÓN
TORNILLO ALLEN 3/16X1	8	FUNDICIÓN
TORNILLO ALLEN 3/16X1/2	1	FUNDICIÓN
TORNILLO ALLEN 3/8X1	8	FUNDICIÓN
TORNILLO C/ESTUFA 1/4X1	12	ACABADOS SUPERFICIALES
TORNILLO C/ESTUFA 1/8X1	4	ACABADOS SUPERFICIALES
TORNILLO C/ESTUFA 1/8X2	33	ACABADOS SUPERFICIALES
TORNILLO C/ESTUFA 3/16 X 1	35	ENSAMBLE Y EMPAQUE
TORNILLO C/ESTUFA 3/16X2	32	ENSAMBLE Y EMPAQUE
TORNILLO C/ESTUFA 5/32 X 1	18	FUNDICIÓN
TORNILLO C/PLANA 1/8X1	7	FUNDICIÓN
TORNILLO C/PLANA 3/16X1	13	FUNDICIÓN
TORNILLO C/PLANA 5/16*21/2	27	ACABADOS SUPERFICIALES
TORNILLO C/PLANA 5/16X3/4	1	FUNDICIÓN
TORNILLO DE CAST. 1/2X1	1	FUNDICIÓN
TORNILLO DE CAST. 1/4X1/2	11	FUNDICIÓN
TORNILLO DE CAST. 3/16X1/2	2	FUNDICIÓN
TORNILLO DE CAST. 3/8X1 ½	1	ACABADOS SUPERFICIALES
TORNILLO DE CAST. 3/8X2	2	ACABADOS SUPERFICIALES
TORNILLO DE CAST. 5/16*1 ½	10	ACABADOS SUPERFICIALES
TORNILLO DE CAST. 5/32X1	3	ACABADOS SUPERFICIALES
TORNILLO HEXAGONAL 1/2X2	6	ACABADOS SUPERFICIALES

Tabla XVII. Stock mínimo necesario. (Continuación)

TORNILLO HEXAGONAL 1/2X3/4	1	MODELACIÓN
TORNILLO HEXAGONAL 1/4X1	11	MODELACIÓN
TORNILLO HEXAGONAL 3/8X2	1	ENSAMBLE Y EMPAQUE
TORNILLO HEXAGONAL 5/16X1	36	ENSAMBLE Y EMPAQUE
TORNILLO HEXAGONAL 5/8X2	4	MODELACIÓN
TORNILLO HEXAGONAL 5/8X3	14	ACABADOS SUPERFICIALES
TREACKS 40AMP. 600PRV	3	FUNDICIÓN
TUERCA CUADRADA DE 1/8	4	ACABADOS SUPERFICIALES
TUERCA HEXAGONAL DE ¼	34	MODELACIÓN
TUERCA HEXAGONAL DE 3/16	6	ACABADOS SUPERFICIALES
TUERCA HEXAGONAL DE 5/32	14	FUNDICIÓN
TUERCA HEXAGONAL DE 5/8	9	FUNDICIÓN
TUERCA HEXAGONAL 5/16	41	FUNDICIÓN
TUERCAS DE UNION 5/16	15	ACABADOS SUPERFICIALES
VEE RING 22*35*6***10 MM	1	FUNDICIÓN
VUELTA ELECTRICO PVC2"	3	MODELACIÓN
WASHAS 5/16	1	ACABADOS SUPERFICIALES
WASHAS DE 3/8	12	MODELACIÓN
WIPE FINO POR BOLSA	19	TODOS

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.2. Período de renovación

Es importante mantener el stock mínimo necesario de repuestos, insumos y accesorios en la bodega de repuestos para que se tengan todos los elementos necesarios para llevar a cabo correctamente los servicios de mantenimiento preventivo.

Para realizar los períodos de renovación es importante tener en cuenta que la cantidad de repuestos, insumos y accesorios no son utilizados en proporciones iguales, pues las actividades de mantenimiento se llevan a cabo con diferente frecuencia, además de que las máquinas en las instalaciones de Industrias G, S.A. al igual que todas las máquinas del mundo no son perfectas, por lo que se deben de tener preparados de antemano los elementos necesarios en caso de un servicio de emergencia.

Se ha llegado a un acuerdo entre la Gerencia General, el Departamento de Contabilidad y Compras, y el Departamento de Mantenimiento para que los pedidos de renovación de cada repuesto se hagan con la finalidad de tener la misma cantidad de repuestos contemplada a tener en un período de 6 meses, de este modo los distintos departamentos pueden planear de antemano los presupuestos y compras, se tienen los elementos necesarios para los servicios a tiempo, y se maneja menos información entre departamentos, con lo que se simplifica la comunicación y cada departamento continúa realizando las tareas asignadas que no son parte del programa de mantenimiento preventivo de manera continua y sin retrasos.

A continuación se presenta una tabla con el detalle de cada repuesto, insumo y accesorio, la cantidad contemplada original que se debe de tener en bodega y el período en que se debe de hacer un nuevo pedido de renovación, es importante tener en cuenta que el Jefe de Mantenimiento debe verificar en base al inventario que lleva de la bodega de repuestos, la cantidad de repuestos, insumos y accesorios requeridos en cada pedido.

Tabla XVIII. Renovación de repuestos, insumos y accesorios

DESCRIPCION	CANTIDAD	PERIODO DE RENOVACION
REP.862 J-1027-1ATAK UP SPRING	1	6 MESES
REP.FOR.532-G-18/1 1180BRACKET	1	6 MESES
REP.IVOMAQ RESORTE 17003423	1	6 MESES
REP.JUKI.B9117-012-000 BOBBIN	4	2 MESES
REP.PF.22097 NEEDLE THREAD KNI	1	6 MESES
REP.PF.6560 SHUTTLE HOOK	1	6 MESES
REP.SNG.200086 LEVER PINCH	1	6 MESES
REP.SNG.200577 SCREW	1	6 MESES
REP.SNG.244049 TENSION DISC FR	1	6 MESES
REP.SNG.263424 CLUTCH	1	6 MESES
REP.SNG.691 SCREW	2	3 MESES
REP.USL.416 ϕ 571 THROAT	1	6 MESES
REP.USL.574 A+ GUIDE STATIONAR	2	3 MESES
REP.USL.993 ESCUADRAS	2	3 MESES
REP.USL.994 ESCUADRAS	2	3 MESES

Tabla XVIII. Renovación de repuestos, insumos y accesorios. (Continuación)

REP.USL.KZG-232 KNIFE MOBABLE	2	3 MESES
REP.VALVULAS JKHA8/27	1	6 MESES
REP.VALVULAS YKC4/SA	1	6 MESES
REP.VAY KA813.WA	1	6 MESES
REP.VAY KC813.WA VALVULA	1	6 MESES
ACEITE TELLUS 100 GALON	15	2 MESES
ACEITERA PITON FLEXIBLE	1	6 MESES
ALEZNAS 8001 NR 43	10	2 MESES
AMORTIGUADORES BLOCK P/H.S.J.	28	1 MES
ARANCADOR DIR.CAJA DE11-16 AMP	1	6 MESES
BANDAS DE LIJA P-24	6	2 MESES
BASES SIMPLES P/ STARTER	5	2 MESES
CEPILLO VULCANIZADO 160X35	1	6 MESES
CINTA DE AISLAR SCOTCH SUP.33+	3	1 MES
CIRCUITOS INTEGRADOS ECG960	1	6 MESES
COJINETE FAG 6203 ZZ	1	6 MESES
COJINETES 6001 2Z SKF	2	3 MESES
COJINETES 608 ZZ	2	3 MESES
COJINETES FAG 6202 27RC3	4	2 MESES
COJINETES SKF 6204.ZZ	2	3 MESES
COJINETES SKF 6206 ZZ	2	3 MESES
COJINETES SKF 6305 2ZR	2	3 MESES
CONECTOR DE 2"	2	3 MESES
CONTACTOR 3TF 41-22	1	6 MESES
COPLA GALV. 2	6	2 MESES
FAJA 2 L -190	1	6 MESES
FAJA A-27	1	6 MESES
FAJA DE CUERO ¼	7	2 MESES
FAJAS A-110	1	6 MESES
FAJAS A-46	2	3 MESES
FAJAS B-120	2	3 MESES
FAJAS B-56	1	6 MESES
FAJAS B-72	1	6 MESES
FAJAS F-42	2	3 MESES
FUSIBLE DE CART. 50AMP. 380V.	3	2 MESES
GRAPAS ESTÁNDAR	1	6 MESES
GRASA QUAKER	2	3 MESES
GRASA SKF # 2	3	2 MESES
GUIAS PURITAN BHP (PEQUEÑAS)	5	2 MESES
GUIAS PURITAN CHP (GRANDES)	3	2 MESES
INTERRUPTOR AJUSTABLE 45-63A	1	6 MESES
LIJA G-100	34	1 MES
LIJA GRANO 3M 220 24*50	4	1 MES

Tabla XVIII. Renovación de repuestos, insumos y accesorios. (Continuación)

LIJA GRANO G-80 6"	1	6 MESES
LIJA GRANO P-24	80	2 MESES
LIJA GRANO P-40	6	1 MES
LIJA GRANO P-60	73	2 MESES
MICROSWITCH SO * GK2 * S20	2	3 MESES
PAPEL JUMBO ROLL	32	1 MES
RESIS.PLANA P-8401 350W 240V	2	3 MESES
RESIS.TUBULAR 220V3000W 14164	1	6 MESES
RESITENCIA TUB.ENTORCHADO220V	2	3 MESES
RESORTES 6*1/2	1	6 MESES
ROLDANA DE 1/2	8	1 MES
ROLDANA DE 3/8	16	2 MESES
ROLDANAS 5/16	31	2 MESES
SIERRA DE ACERO PLATA	7	1 MES
SPRAY ELECTRICAL CONTAC 25791	1	6 MESES
STARTER FS-4	3	1 MES
SUPER BONDER	8	1 MES
TORN.ALLEN C/PLANA 3/8 X 1 1/2	2	3 MESES
TORNILLO ALLEN 1/2X3/4	2	3 MESES
TORNILLO ALLEN 1/4X3	2	3 MESES
TORNILLO ALLEN 3/16 * 5/8	1	6 MESES
TORNILLO ALLEN 3/16X1	8	1 MES
TORNILLO ALLEN 3/16X1/2	1	6 MESES
TORNILLO ALLEN 3/8X1	8	1 MES
TORNILLO C/ESTUFA 1/4X1	12	2 MESES
TORNILLO C/ESTUFA 1/8X1	4	1 MES
TORNILLO C/ESTUFA 1/8X2	33	2 MESES
TORNILLO C/ESTUFA 3/16 X 1	35	2 MESES
TORNILLO C/ESTUFA 3/16X2	32	2 MESES
TORNILLO C/ESTUFA 5/32 X 1	18	1 MES
TORNILLO C/PLANA 1/8X1	7	1 MES
TORNILLO C/PLANA 3/16X1	13	2 MESES
TORNILLO C/PLANA 5/16*21/2	27	2 MESES
TORNILLO C/PLANA 5/16X3/4	1	6 MESES
TORNILLO DE CAST. 1/2X1	1	6 MESES
TORNILLO DE CAST. 1/4X1/2	11	2 MESES
TORNILLO DE CAST. 3/16X1/2	2	3 MESES
TORNILLO DE CAST. 3/8X1 1/2	1	6 MESES
TORNILLO DE CAST. 3/8X2	2	3 MESES
TORNILLO DE CAST. 5/16*1 1/2	10	2 MESES
TORNILLO DE CAST. 5/32X1	3	2 MESES
TORNILLO HEXAGONAL 1/2X2	6	2 MESES

Tabla XVIII. Renovación de repuestos, insumos y accesorios. (Continuación)

TORNILLO HEXAGONAL 1/2X3/4	1	6 MESES
TORNILLO HEXAGONAL 1/4X1	11	2 MESES
TORNILLO HEXAGONAL 3/8X2	1	6 MESES
TORNILLO HEXAGONAL 5/16X1	36	2 MESES
TORNILLO HEXAGONAL 5/8X2	4	1 MES
TORNILLO HEXAGONAL 5/8X3	14	2 MESES
TREACKS 40AMP. 600PRV	3	1 MES
TUERCA CUADRADA DE 1/8	4	1 MES
TUERCA HEXAGONAL DE ¼	34	1 MES
TUERCA HEXAGONAL DE 3/16	6	2 MESES
TUERCA HEXAGONAL DE 5/32	14	1 MES
TUERCA HEXAGONAL DE 5/8	9	2 MESES
TUERCA HEXAGONAL 5/16	41	1 MES
TUERCAS DE UNION 5/16	15	2 MESES
VEE RING 22*35*6***10 MM	1	6 MESES
VUELTA ELECTRICO PVC2"	3	2 MESES
WASHAS 5/16	1	3 MESES
WASHAS DE 3/8	12	2 MESES
WIPE FINO POR BOLSA	19	2 MESES

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Costos de ejecución y control

Estos costos se dividen básicamente en dos grandes grupos, la planilla del departamento de mantenimiento y los costos por compra de repuestos, insumos y accesorios. La planilla mensual del personal del departamento de mantenimiento se divide de la siguiente manera:

Tabla XIX. Planilla mensual del personal de mantenimiento

PERSONAL DE MANTENIMIENTO	
PUESTO	SALARIO
Jefe de Mantenimiento	Q4,000.00
Mecánico área de modelación	Q2,000.00
Mecánico área de fundición	Q2,000.00
Mecánico área de acabados sup.	Q2,000.00
TOTAL	Q10,000.00

Fuente: Elaboración propia

Si se cumplen con todas las horas de trabajo y no hay descuentos adicionales por prestamos al trabajador u otro descuento, la planilla es prácticamente constante durante todos los meses. Ahora bien debido a que los pedidos de repuestos, insumos y accesorios poseen diferentes períodos de renovación, se toma el caso cuando la compra de estos elementos es mayor y esto sucede al implementar el programa de mantenimiento pues deben de comprarse toda la lista de repuestos, insumos y accesorios necesarios para los servicios del programa de mantenimiento y esta es la lista de dichos elementos con su respectivo costo:

Tabla XX. Costo de repuestos, insumos y accesorios

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
REP.862 J-1027-1ATAK UP SPRING	1	Q2.92
REP.FOR.532-G-18/1 1180BRACKET	1	Q372.89
REP.IVOMAQ RESORTE 17003423	1	Q1.52
REP.JUKI.B9117-012-000 BOBBIN	4	Q3.48
REP.PF.22097 NEEDLE THREAD KNI	1	Q65.41
REP.PF.6560 SHUTTLE HOOK	1	Q119.13
REP.SNG.200086 LEVER PINCH	1	Q1.95
REP.SNG.200577 SCREW	1	Q31.30
REP.SNG.244049 TENSION DISC FR	1	Q4.60
REP.SNG.263424 CLUTCH	1	Q100.00
REP.SNG.691 SCREW	2	Q24.82
REP.USL.416 e 571 THROAT	1	Q454.77
REP.USL.574 A+ GUIDE STATIONAR	2	Q2,671.34
REP.USL.993 ESCUADRAS	2	Q175.22
REP.USL.994 ESCUADRAS	2	Q680.88
REP.USL.KZG-232 KNIFE MOBABLE	2	Q206.80
REP.VALVULAS JKHA8/27	1	Q150.00
REP.VALVULAS YKC4/SA	1	Q150.00
REP.VAY KA813.WA	1	Q1,016.88
REP.VAY KC813.WA VALVULA	1	Q1,013.47
ACEITE TELLUS 100 GALON	15	Q884.40
ACEITERA PITON FLEXIBLE	1	Q66.96
ALEZNAS 8001 NR 43	10	Q177.40
AMORTIGUADORES BLOCK P/H.S.J.	28	Q1,321.88
ARANCADOR DIR.CAJA DE11-16 AMP	1	Q659.42
BANDAS DE LIJA P-24	6	Q162.42
BASES SIMPLES P/ STARTER	5	Q15.60

Tabla XX. Costo de repuestos, insumos y accesorios. (Continuación)

CEPILLO VULCANIZADO 160X35	1	Q663.48
CINTA DE AISLAR SCOTCH SUP.33+	3	Q60.24
CIRCUITOS INTEGRADOS ECG960	1	Q32.14
COJINETE FAG 6203 2Z	1	Q20.53
COJINETES 6001 2Z SKF	2	Q32.22
COJINETES 608 ZZ	2	Q51.67
COJINETES FAG 6202 27RC3	4	Q64.04
COJINETES SKF 6204.2Z	2	Q50.28
COJINETES SKF 6206 2Z	2	Q70.34
COJINETES SKF 6305 2ZR	2	Q53.50
CONECTOR DE 2"	2	Q32.66
CONTACTOR 3TF 41-22	1	Q398.03
COPLA GALV. 2	6	Q221.10
FAJA 2 L -190	1	200,89
FAJA A-27	1	Q15.00
FAJA DE CUERO ¼	7	Q146.55
FAJAS A-110	1	Q46.42
FAJAS A-46	2	Q37.50
FAJAS B-120	2	Q106.00
FAJAS B-56	1	Q24.00
FAJAS B-72	1	Q30.00
FAJAS F-42	2	Q25.00
FUSIBLE DE CART. 50AMP. 380V.	3	Q141.75
GRAPAS ESTÁNDAR	1	Q4.64
GRASA QUAKER	2	Q64.28
GRASA SKF # 2	3	Q428.55
GUIAS PURITAN BHP (PEQUEÑAS)	5	Q352.25
GUIAS PURITAN CHP (GRANDES)	3	Q266.10
INTERRUPTOR AJUSTABLE 45-63A	1	Q1,406.25
LIJA G-100	34	Q277.33
LIJA GRANO 3M 220 24*50	4	Q39.16
LIJA GRANO G-80 6"	1	Q8.40
LIJA GRANO P-24	80	Q976.42
LIJA GRANO P-40	6	Q65.04
LIJA GRANO P-60	73	Q647.51
MICROSWITCH SO * GK2 * S20	2	Q68.49
PAPEL JUMBO ROLL	32	Q556.16
RESIS.PLANA P-8401 350W 240V	2	Q200.00
RESIS.TUBULAR 220V3000W 14164	1	Q428.57
RESITENCIA TUB.ENTORCHADO220V	2	Q446.42
RESORTES 6*1/2	1	Q38.00
ROLDANA DE ½	8	Q2.72
ROLDANA DE 3/8	16	Q2.08

Tabla XX. Costo de repuestos, insumos y accesorios. (Continuación)

ROLDANAS 5/16	31	Q4.34
SIERRA DE ACERO PLATA	7	Q80.50
SPRAY ELECTRICAL CONTAC 25791	1	Q142.85
STARTER FS-4	3	Q8.28
SUPER BONDER	8	Q133.92
TORN.ALLEN C/PLANA 3/8 X 1 1/2	2	Q2.10
TORNILLO ALLEN 1/2X3/4	2	Q1.90
TORNILLO ALLEN 1/4X3	2	Q0.70
TORNILLO ALLEN 3/16 * 5/8	1	Q0.40
TORNILLO ALLEN 3/16X1	8	Q8.48
TORNILLO ALLEN 3/16X1/2	1	Q1.15
TORNILLO ALLEN 3/8X1	8	Q21.69
TORNILLO C/ESTUFA 1/4X1	12	Q5.87
TORNILLO C/ESTUFA 1/8X1	4	Q0.56
TORNILLO C/ESTUFA 1/8X2	33	Q10.89
TORNILLO C/ESTUFA 3/16 X 1	35	Q9.80
TORNILLO C/ESTUFA 3/16X2	32	Q7.36
TORNILLO C/ESTUFA 5/32 X 1	18	Q2.25
TORNILLO C/PLANA 1/8X1	7	Q1.12
TORNILLO C/PLANA 3/16X1	13	Q3.77
TORNILLO C/PLANA 5/16*21/2	27	Q287.82
TORNILLO C/PLANA 5/16X3/4	1	Q0.09
TORNILLO DE CAST. 1/2X1	1	Q1.00
TORNILLO DE CAST. 1/4X1/2	11	Q20.35
TORNILLO DE CAST. 3/16X1/2	2	Q1.16
TORNILLO DE CAST. 3/8X1 ½	1	Q3.08
TORNILLO DE CAST. 3/8X2	2	Q8.16
TORNILLO DE CAST. 5/16*1 ½	10	Q4.90
TORNILLO DE CAST. 5/32X1	3	Q3.12
TORNILLO HEXAGONAL 1/2X2	6	Q17.84
TORNILLO HEXAGONAL 1/2X3/4	1	Q1.25
TORNILLO HEXAGONAL 1/4X1	11	Q11.88
TORNILLO HEXAGONAL 3/8X2	1	Q0.05
TORNILLO HEXAGONAL 5/16X1	36	Q14.40
TORNILLO HEXAGONAL 5/8X2	4	Q15.00
TORNILLO HEXAGONAL 5/8X3	14	Q56.14
TREACKS 40AMP. 600PRV	3	Q917.61
TUERCA CUADRADA DE 1/8	4	Q0.64
TUERCA HEXAGONAL DE ¼	34	Q4.08
TUERCA HEXAGONAL DE 3/16	6	Q0.84
TUERCA HEXAGONAL DE 5/32	14	Q5.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla XX. Costo de repuestos, insumos y accesorios. (Continuación)

TUERCA HEXAGONAL DE 5/8	9	Q1.80
TUERCA HEXAGONAL 5/16	41	Q9.84
TUERCAS DE UNION 5/16	15	Q5.25
VEE RING 22*35*6***10 MM	1	Q40.17
VUELTA ELECTRICO PVC2"	3	Q273.21
WASHAS 5/16	1	Q0.12
WASHAS DE 3/8	12	Q1.56
WIPE FINO POR BOLSA	19	Q131.95
TOTAL		Q21,423.40

Fuente: Elaboración propia

Los costos de mantenimiento correctivo anteriores se resumen en la siguiente tabla:

Tabla XXI. Costo mensual de mantenimiento correctivo

DESCRIPCIÓN	FUENTE	COSTO
Costo directo por mantenimiento correctivo	Departamento de Contabilidad de Industrias G. S.A. Incluye costos por compra de repuestos, accesorios e insumos, pago de personal técnico externo para las reparaciones y otros relacionados.	Q50,000.00
Costo de planilla	Tabla XIX.	Q10,000.00
Costo indirecto por mantenimiento correctivo	Departamento de Contabilidad de Industrias G. S.A. Costo promedio mensual por paros en líneas de producción, averías permanentes de maquinaria, pérdida de lotes de producción defectuosos por fallas mecánicas, reducción de vida útil de la maquinaria. Su cálculo se realiza de la siguiente manera: Costo Indirecto = Costo de producción mensual promedio con averías mecánicas – Costo de producción mensual promedio sin averías mecánicas Costo Indirecto = Q480,700.00 – Q413,080.00 Costo Indirecto = Q67,620.00	Q67,620.00
TOTAL		Q127,620.00

Fuente: Elaboración propia

Los costos del nuevo programa de mantenimiento preventivo son entonces los siguientes:

Tabla XXII. Costo mensual de mantenimiento preventivo

DESCRIPCIÓN	FUENTE	COSTO
Costo directo por mantenimiento correctivo	Costo mensual inevitable por reparaciones inesperadas estimado en un 20% del costo directo por mantenimiento correctivo anterior. Costo Directo = Q50,000.00 * 20% Costo Directo = Q10,000.00	Q10,000.00
Costo de planilla	Tabla XIX.	Q10,000.00
Costo de compra de repuestos, insumos y accesorios	Tabla XX.	Q21,423.40
TOTAL		Q41,423.40

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Relación beneficio y costo

Los beneficios directos de la implementación del programa de mantenimiento preventivo son:

Ahorro en costo de mantenimiento = Costo de mantenimiento anterior de tipo correctivo – Costo de nuevo mantenimiento de tipo preventivo

$$\text{Ahorro en costo de mantenimiento} = \text{Q127,620.00} - \text{Q41,423.40}$$

$$\text{Ahorro en costo de mantenimiento} = \underline{\underline{\text{Q86,196.60}}}$$

Porcentaje de uso de presupuesto actual de mantenimiento = (Costo de mantenimiento preventivo / Costo de mantenimiento correctivo) * 100

$$\text{Porcentaje de uso de presupuesto actual de mantenimiento} = (\text{41,423.40} / \text{127,620.00}) * 100$$

Porcentaje de uso de presupuesto actual de mantenimiento = $0.3246 * 100$

Porcentaje de uso de presupuesto actual de mantenimiento = **32.46 %**

Porcentaje de ahorro en costo de mantenimiento = 100 – porcentaje de uso de presupuesto actual de mantenimiento

Porcentaje de ahorro en costo de mantenimiento = $100 - 32.46$

Porcentaje de ahorro en costo de mantenimiento = **67.54%**

Los datos anteriores nos resumen entonces que del presupuesto actual que se tiene para el mantenimiento correctivo, únicamente se utilizará el 32.46% del mismo, lo que representa un ahorro del 67.54% en costos de mantenimiento, lo cual equivale a Q86,196.60, recurso monetario que bien puede utilizarse para implementar nueva maquinaria, mejorar las instalaciones, expandir los procesos, mejorar las condiciones de trabajo de los empleados o bien cualquier buen destino que la Gerencia General escoja para este recurso.

3.2. Mejora en el manejo de materiales y desperdicios

3.2.1. Procedimiento de manejo de materiales

Los materiales que se utilizan dentro de la empresa son una parte muy importante para el proceso de producción al igual que las herramientas, las máquinas, equipos y el recurso humano, pues con la falta de estos, simplemente no se tiene el recurso físico con el cual operar.

Industrias G, S.A. ha contado siempre con los materiales necesarios para generar sus productos, sin embargo la administración y uso por parte de los operarios no ha sido el mejor, esto genera costos y desperdicios adicionales y por ello deben mejorarse los puntos débiles tanto indicados por la gerencia como los observados físicamente dentro de la planta y así evitar el desorden en el manejo de dichos materiales.

3.2.1.1. Acciones a realizar en las distintas áreas

3.2.1.1.1. Modelación

El primer material importante en esta área son las planchas de material acrílico transparente, que son las planchas que se utilizan para hacer los modelos en tres dimensiones que luego serán plasmados por las vulcanizadoras en los moldes de silicón.

El problema que se tiene con estas planchas es el tener que volver a realizar un modelo en tres dimensiones debido a que el cliente reclama que los detalles como tipo y tamaño de letra contenidos en este no son los que se han requerido originalmente, lo cual lleva a tener que imprimir de nuevo el modelo en tres dimensiones ocasionando pérdidas en material, tiempo y dinero.

Para evitar esta situación debe de obtenerse una autorización de trabajo por parte del cliente anterior a la realización del modelo de acrílico, esto puede obtenerse convirtiendo el archivo de vectores utilizado para imprimir el modelo en tres dimensiones desde la computadora, en un archivo de imagen JPG. Dicho tipo de archivo es el mas utilizado en el internet gracias a la calidad de imagen obtenida y al tamaño en bytes que la misma utiliza, cualidades que

pueden ser aprovechadas para enviar dicha imagen por medio de correo electrónico a los clientes junto con una nota para la aprobación del trabajo.

La nota indica la siguiente información:

Figura 54. Autorización de trabajo

<p><i>Yo (<u>nombre de la persona encargada</u>) representante de (<u>nombre de la empresa o cliente</u>) estoy de acuerdo en que los detalles contenidos en la imagen anexa cumplen con los detalles de diseño requeridos por nuestra parte y que cualquier cambio será solicitado de antemano y por escrito, de lo contrario se realizará el pago adicional fijado por Industrias G S. A. por el material utilizado.</i></p>		
<p>IMAGEN</p>		
_____	_____	_____
<i>fecha aprobación</i>	<i>firma encargado</i>	<i>sello o huella</i>

Fuente: Elaboración propia

La nota de aprobación debe ser enviada de vuelta por medio de fax o físicamente en las instalaciones de Industrias G, S.A. para poder proceder con la realización del modelo en acrílico en tres dimensiones, de esta manera el cliente queda satisfecho con los requerimientos para su trabajo, e Industrias G, S.A. no pierde tiempo en volver a volver a realizar modelos acrílicos en tres dimensiones, ni en dinero por gastos extras en material acrílico, gastos que pueden ser hasta del 100% si se toma el caso extremo en que todos los modelos acrílicos son rechazados.

Otro material utilizado dentro de esta área son los moldes de silicón, los moldes cumplen con dos propósitos en la producción, primero son el material en donde se plasma el modelo acrílico en tres dimensiones por medio de las máquinas vulcanizadoras, y segundo son el recipiente en donde se deposita el

metal líquido para obtener las piezas sólidas de metal por medio de la máquina centrífuga.

Uno de los problemas con este material es el almacenado de moldes que pueden utilizarse en el futuro, los moldes son almacenados en una bodega especial para moldes donde pueden encontrarse cientos de modelos que han sido utilizados con anterioridad. Los operarios colocan dichos moldes en la bodega según el tipo de artículo que puede obtenerse por ejemplo medallas, hebillas, llaveros, en el futuro el molde solicitado se busca entre la sección a la cuál pertenece lo cual requiere de mucho tiempo debido a la cantidad de moldes que se tienen en bodega, en ocasiones incluso el molde no es encontrado por lo que debe de utilizarse un nuevo molde silicón para fundir las piezas deseadas.

La solución es entonces la codificación de los moldes en la bodega para ubicarlos rápidamente cuando se necesite utilizarlos, físicamente cada molde debe llevar una sección de adhesivo a un costado en donde se coloca el código asignado para dicho molde, el molde se debe colocar en las estanterías de la bodega en orden alfabético y de manera que el adhesivo pueda leerse de manera similar a la que se lee la pasta de un libro de texto, dicho adhesivo puede fácilmente removerse y ser colocado de nuevo en el molde antes y después de utilizarlo en la máquina centrífuga.

El otro problema es la reutilización de los moldes, la teoría dice que un molde de silicón puede utilizarse hasta 100 veces, pero debido a la geometría de la pieza y temperatura utilizada esta teoría no siempre se cumple. El operario continua utilizando el molde silicón más de lo debido obteniendo piezas con agujeros, porosidades y acabados no deseados. Gracias al conocimiento de mas de 10 años del gerente general en este negocio y a la experiencia

previa en la utilización de moldes, se ha logrado establecer una relación entre tamaño de piezas, temperatura utilizada y horas que un molde puede utilizarse, dicha relación puede verse resumida en la siguiente tabla:

Tabla XXIII. Relación entre tamaño de pieza y horas de utilización de molde

Tamaño de la pieza (pulg.)	Horas de utilización
De 0 hasta 2	5
De 2 hasta 5	2
De 5 hasta 9	1
Mas de 9	0.5

Fuente: Elaboración propia

Tanto para la administración de los moldes y la codificación en la bodega, como para el control de veces de uso de los moldes de silicón, se ha creado una tabla en Microsoft Excel que contiene los siguientes datos:

- Código de molde
- Descripción
- Tamaño de piezas en pulgadas.
- Horas utilizadas
- Estado

Es responsabilidad del operario reportar la hora de inicio y la hora de finalización de uso de cada molde en un adhesivo colocado en la parte inferior del molde (adhesivo que también se retira y coloca antes y después de utilizarse en la máquina centrífuga) al jefe de producción. El jefe de producción realiza entonces la diferencia de horas para obtener el número de horas utilizadas, número que será acumulativo en la tabla de Microsoft Excel y que cuando cumpla con lo establecido en la tabla XXIII, el molde es entonces

desechado. En la ficha de estado debe colocarse entonces la opción “Utilizable” o “Desechado”. Con la utilización de las teclas Ctrl + F (versión en ingles) o Ctrl + B (versión en español), los códigos no necesitan utilizar un orden específico, pues con estas teclas se somete la tabla a una búsqueda donde puede colocarse ya se el código del molde directamente, una palabra incluida en la descripción o bien el número de horas utilizadas o el estado del molde.

Figura 55. Hoja de administración de moldes

DESCRIPCIÓN	TAMAÑO DE PIEZAS (pulg)	HORAS UTILIZADAS	ESTADO

Fuente: Elaboración propia

El último material que se utiliza son los clavos de fusión, pequeñas piezas cilíndricas que se utilizan para alinear las caras superior e inferior del molde de hule silicón en el proceso de fundición. Estos clavos generalmente son de madera, de polietileno o de metal, esta última presentación nos lleva a la opción de poder producir los clavos de fusión directamente en el proceso de fundición por centrifugado.

Aunque el costo de las cajas de clavos de fusión es relativamente bajo, la producción directa de estos elementos dentro de la fábrica ayuda a eliminar un costo mas dentro de la empresa, además permite una mejor disponibilidad de estos elementos en los momentos en que se requieran utilizar, se recomienda tener por lo menos 6 cajas de 1000 unidades cada una para poder utilizar en el

transcurso de la semana, el encargado de las máquinas vulcanizadoras será el responsable de verificar que las 6 cajas estén disponibles y de requerir al jefe de producción las cajas faltantes que se necesiten cada semana.

3.2.1.1.2. Fundición

Esta área al ser el área próxima y siguiente del área de modelación, comparte el uso de muchos materiales utilizados con dicha área como los moldes de hule silicón y los clavos de fusión, sin embargo utiliza uno de los materiales más importantes del proceso de producción, el Zamac. El Zamac es una aleación de zinc, cobre, magnesio y aluminio la cual en su estado original sólido en forma de lingotes, es derretido en los hornos de fundición para luego ser vertido en forma líquida en la máquina centrífuga donde entra directamente en las cavidades de los moldes de silicón donde obtiene la forma de la pieza deseada.

Originalmente, los operadores de esta área dejaban el restante de Zamac líquido dentro de las ollas de los hornos de fundición al final de cada jornada de trabajo, al siguiente día se calentaban de nuevo las ollas y al restante de Zamac se le agregaban más lingotes para tener nuevo material líquido para trabajar la jornada. El programa de mantenimiento preventivo establece que el dejar que dicha aleación se solidifique dentro de las ollas es sumamente destructivo para las ollas y reduce drásticamente su tiempo de vida, además que interviene con la descalibración de los sistemas de medición, por estas razones se debe tomar una alternativa para el manejo del Zamac no utilizado en la jornada de trabajo.

El primer punto a tratar es el de no tener restante de Zamac significativo en las ollas de los hornos de fundición después de cada turno, para esto

actualmente el encargado del área de producción establece la cantidad de Zamac que debe utilizarse en cada orden de trabajo, el problema es que se deja siempre disponible una cantidad de lingotes adicionales sin supervisión debido a que en ciertas ocasiones como cuando se produce un artículo que nunca se ha producido anteriormente, debe de utilizarse cierta cantidad extra de Zamac. El operario en todos los casos al ver que el contenido de Zamac líquido en la olla disminuye a la mitad del contenido total, agrega mas lingotes para derretir sin necesidad de utilizar dichos lingotes.

El encargado del área de producción debe eliminar la disponibilidad de lingotes adicionales y colocar únicamente los lingotes establecidos de antemano para la orden de trabajo. Si se debe de utilizar Zamac adicional debido a situaciones especiales como la producción de nuevos artículos, se debe establecer una señal límite dentro de la olla para indicar que deben de utilizarse lingotes adicionales, dicha señal será colocada a la altura de 40 cm. desde el fondo de la olla y será delineada con pintura en polvo clase A debido a que esta pintura posee cualidades de resistencia para altas temperaturas.

El operador al haber utilizado todos los lingotes asignados para la orden de trabajo y al ver que el contenido líquido alcanza la señal delimitada dentro de la olla, debe notificar al encargado del área de producción para explicar porque debe de utilizarse mas Zamac y entonces obtener el material necesario extra. Es obvio que siempre se tendrá una cantidad aunque sea mínima de Zamac líquido restante dentro de la olla, para esto deben de obtenerse como mínimo 5 moldes para lingotes, estos moldes poseen la capacidad para depositar en ellos el restante de Zamac líquido donde este al solidificarse toma de nuevo la forma de un lingote, el operador será el encargado de colocar dicho restante dentro de los moldes cada día y de extraer de ellos el nuevo lingote formado al día siguiente.

3.2.1.1.3. Acabados superficiales

Acá se utiliza un insumo importante para la limpieza de las piezas obtenidas del proceso de fundición, este es el jabón líquido, este se vierte dentro de la máquina vibradora para mezclarlo con agua y con las piedras de pulir y así obtener la limpieza requerida. De su uso por parte de los operarios no se tiene ningún control y por esta razón se obtienen dos situaciones contrarias, el operario utiliza muy poco jabón con lo cual no se obtiene la limpieza requerida en las piezas, o el operario utiliza demasiado jabón con lo cual se desperdicia dicho insumo y se requiere de más agua para desmenujar las piezas con jabón excesivo.

De la observación del proceso y pruebas en días aleatorios se ha establecido que un recipiente de medio litro con jabón líquido es suficiente para limpiar una carga completa en la máquina vibradora por lo cual el jefe del área de producción se debe encargar de entregar recipientes individuales con la cantidad de medio litro de jabón líquido para su uso en la máquina vibradora, si se tienen planificadas varias cargas en el día es válido entregar más recipientes siempre individuales al operario, con esto el operario tiene la mentalidad de utilizar adecuadamente el insumo debido a que es lo único que tiene disponible y dicha cantidad como se ha dicho es totalmente suficiente para obtener la limpieza adecuada de las piezas.

3.2.1.1.4. Ensamble y empaque

En esta área se utilizan remaches destinados principalmente a utilizarse en hebillas de cinchos o de zapatos, dichos remaches son de metal exclusivamente y se compran en cajas de 1000 unidades. Al igual que los clavos de fusión utilizados en el área de modelación, los remaches también

pueden producirse por el proceso de fundición por centrifugado, basta con destinar un molde de hule silicón para dicho fin y producir los 4000 remaches o el complemento necesario para la semana de trabajo.

Aunque el costo de los remaches es relativamente bajo, la producción directa de estos elementos dentro de la fábrica ayuda a eliminar un costo mas dentro de la empresa, además permite una mejor disponibilidad de estos elementos en los momentos en que se requieran utilizar, el jefe del área de producción debe velar por que se tengan los 4000 remaches equivalentes a 4 cajas de remaches que se compran actualmente, para poder trabajar durante la semana.

Otros materiales que se utilizan son las bolsas plásticas de alta densidad y las cajas de cartón para transportar los pedidos. Las bolsas plásticas se utilizan en medidas de 60 cm. de alto por 40 cm. de ancho pues generalmente los pedidos son bastante grandes y dichas bolsas pueden contener hasta 500 piezas equivalente a 2 Kg. en peso.

En muchas ocasiones los pedidos son menores a las 500 piezas por lo que las bolsas no se utilizan a su capacidad total, por ello la empresa debe de utilizar bolsas de menor medida para dichos pedidos, se recomienda utilizar bolsas de 30 cm. de alto por 15 cm. de ancho con lo cuál se pueden suplir pedidos de 200 a 250 piezas como máximo, con esta medida se utiliza mejor la capacidad de las bolsas plásticas y se obtiene un costo menor en la compra de bolsas.

Las bolsas se entregan al cliente en cajas de cartón de 50 cm. de alto por 120 cm. de ancho por 150 cm. de largo, donde la capacidad de dichas cajas es de hasta 5 bolsas por caja, equivalentes a 2500 piezas o 10 Kg. de peso. Por

presentación de la marca, aunque el pedido conste únicamente de 1 bolsa, se entrega siempre en caja con lo cuál se obtiene de nuevo un uso inadecuado de la capacidad de la caja, además de que se utilizan muchas cajas de más. Para entregar una caja de cartón deben de haber por lo menos 3 bolsas de producto en el pedido, dos bolsas pueden cargarse una en cada mano para su transporte y para la presentación puede utilizarse un adhesivo con el logo y ubicación de Industrias G, S.A. para cubrir la presentación del producto entregado.

3.2.1.2. Personal encargado

A continuación se encuentra el listado del personal que interviene en las distintas mejoras referentes al manejo de materiales en las distintas áreas:

Tabla XXIV. Personal encargado de mejoras en manejo de materiales

PUESTO	TAREAS ASIGNADAS
Diseñador gráfico	<ul style="list-style-type: none"> • Enviar y recibir las autorizaciones de órdenes de trabajo a través del correo electrónico y el fax.
Jefe de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Asignar y colocar físicamente los códigos a cada molde de silicón, así como su ingreso a la tabla de Microsoft Excel. • Administrar y actualizar la tabla de Microsoft Excel para los moldes de silicón almacenados en bodega. • Desechar los moldes de silicón que cumplan con lo establecido en la tabla XXIII. • Autorizar la producción de clavos de fusión. • Proveer de los lingotes de Zamac asignados para la orden de trabajo y de autorizar la utilización de lingotes adicionales en casos especiales. • Proveer el jabón líquido en presentación de medio litro para las cargas usadas en la máquina vibradora. • Autorizar la producción de remaches.

Tabla XXIV. Personal encargado de mejoras en manejo de materiales. (Continuación)

Operario	<ul style="list-style-type: none">• Reportar por escrito las horas de inicio y final en la utilización de los moldes de silicón en cada jornada.• Verificar que la cantidad de clavos de fusión disponibles sea de 6 cajas por semana y reportar el faltante al Jefe de producción.• Requerir el uso de lingotes adicionales de Zamac en situaciones especiales.• Vaciar el Zamac líquido restante de las ollas y colocarlo en los moldes.• Verificar que la cantidad de remahces disponibles sea de 4 cajas por semana y reportar el faltante al Jefe de producción.
----------	---

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3. Recursos necesarios

Esta es la lista de los recursos que se necesitan para poder llevar a cabo las mejoras en el manejo de materiales dentro de la empresa:

- Computadora con acceso a correo electrónico para el envío de aprobaciones de trabajo.
- Máquina fax para el recibimiento de aprobaciones de trabajo.
- Archivo de texto con el machote para la nota de aprobación de trabajo.
- Archivo de imagen JPG con el modelo que será impreso en material acrílico en tres dimensiones.
- Archivo de tabla con información de los moldes de silicón en Microsoft Excel.
- Molde de hule silicón para la producción de clavos de fusión.
- Pintura en polvo clase A para delimitación de contenido mínimo de Zamac en ollas de hornos de fundición.

- 5 moldes en forma de lingotes para Zamac restante.
- 5 envases plásticos de medio litro para racionar jabón líquido en la máquina vibradora.
- Molde de hule silicón para la producción de remaches.
- Bolsas plásticas de alta densidad de 30 cm. de alto por 15 cm. de ancho para suplir pedidos de hasta 250 piezas.
- Adhesivos que contengan el logo, dirección, teléfonos y correo electrónico de Industrias G, S.A. para su uso en entregas de hasta 2 bolsas de producto al cliente.

3.2.2. Procedimiento en el manejo de desperdicios

Los procesos de producción en Industrias G, S.A. generan desperdicios a partir de los materiales utilizados, ya sea bien un corte de un molde silicón, la rebaba de la pieza metálica obtenida en la máquina centrífuga o bien agua sucia de la limpieza de las piezas metálicas en la máquina vibradora.

El manejo de dichos desperdicios es igualmente importante que el manejo de materiales, de los desperdicios se pueden obtener beneficios adicionales, además de que su correcto manejo da una mejor estética a las instalaciones haciendo de ellas un lugar agradable para laborar, motivando al operador con un lugar limpio y además seguro en cuanto a condiciones de trabajo y salud.

3.2.2.1. Acciones a realizar en las distintas áreas

3.2.2.1.1. Modelación

Los desperdicios de las planchas de material acrílico en la mayoría de los casos poseen diferentes dimensiones y geometrías entre sí, haciendo que se utilicen muchas bolsas plásticas de grandes dimensiones, bolsas que en ocasiones incluso son rotas por puntas que sobresalen de dichos desperdicios. Los modelos impresos en tres dimensiones que ya se han plasmado en un molde de hule silicón también son desechados debido a que la producción futura de los mismos se realiza directamente con los moldes de silicón almacenados, dichos modelos desechados crean los mismos problemas que los desperdicios de las planchas de material acrílico.

Los desperdicios de las planchas de material acrílico deben de cortarse en trozos rectangulares con dimensiones máximas de 10 cm. de largo por 5 cm. de ancho, por su parte los modelos en tres dimensiones ya utilizados deben de seccionarse lo máximo posible, a fin de que se ajusten a estas medidas, por ejemplo rebanar una cabeza o un balón en el caso de un modelo de trofeo. Dichos cortes deben ser realizados por el Diseñador Gráfico, debido a que este maneja directamente la máquina láser con la cual se corta el material acrílico, dicho corte debe ser realizado ya sea al inicio o al final de cada jornada para no interrumpir con los demás actividades del día.

Los desperdicios cortados de esta manera deben ser apilados dentro de las bolsas de basura en el fondo de las mismas, encima de estos serán colocados otros objetos de oficina como grapas, papeles y otros objetos de oficina como se hace actualmente. Dicho tipo de disposición ayuda a que el peso de la basura se concentre en el fondo de la bolsa, esto junto a la forma

rectangular de los desperdicios contribuye también a que las bolsas no se rompan con mayor facilidad y ayudan a un mejor transporte para su recolección tanto dentro de las instalaciones como por parte del servicio municipal de basura.

Los moldes de hule silicón son sometidos a cortes dentro de su interior para su colocación dentro de las máquinas vulcanizadoras o para hacer canales de ventilación y alimentación dentro de ellos. Estos desperdicios producto de los dichos cortes aunque son de pequeñas dimensiones, se tienden a dejar regados dentro del área donde se ubican las máquinas vulcanizadoras, dándole una mala imagen a la estación de trabajo y haciendo difícil e incorrecta las tareas del personal de limpieza. Para atacar dicho problema es suficiente la colocación de un recipiente plástico pequeño de 30 cm. de alto para que el operario encargado coloque dentro dichos desperdicios, y así evite el dejar regados los desperdicios dentro de su área de trabajo, el Jefe de Producción por su parte debe realizar inspecciones aleatorias para verificar que el operario se someta a las nuevas normas.

Los moldes de hule silicón que cumplan con lo requerido en la tabla XXIII deben de ser retirados de la línea de producción por el Jefe de Producción y recolectarse al menos 10 moldes para su recolección externa por el servicio de basura municipal, dicha medida además de ayudar a un mejor control mensual de moldes de silicón retirados, ayuda también a una mejor disposición de materiales para reciclado.

Los clavos de fusión quebrados, sucios o que se hayan utilizado excesivamente en las tareas de producción pueden ser reciclados, esto debido a que ahora los clavos de fusión también deben ser producidos de Zamac. Deben de colocarse 3 pequeños toneles de metal de una altura mínima de 60

cm. para que el operador coloque dentro de ellos los clavos de fusión desechados. Cuando el tonel esté lleno, su contenido puede vaciarse dentro de las ollas de los hornos de fundición donde el Zamac será derretido de nuevo y podrá ser utilizado para la producción de más piezas o más clavos de fusión.

3.2.2.1.2. Fundición

El Zamac es utilizado casi totalmente en la realización de piezas de metal, aunque debido a la naturaleza del proceso de producción, se obtienen rebabas de la fundición en la máquina centrífuga, se forman marcos de metal debido al metal solidificado dentro de los canales de alimentación y ventilación, y por supuesto también se tienen piezas fallidas a causa de imperfecciones en el molde de hule silicón. En cualquiera de los casos los desperdicios de Zamac se juntan para luego ser recolectados por personas que compran desperdicios metálicos, robando espacio dentro de las instalaciones debido a que su compra es en grandes cantidades. Tampoco se obtiene una recuperación monetaria alta debido a la rareza de la utilización del Zamac.

Lo más conveniente para Industrias G, S.A. respecto a los desperdicios de Zamac es su reciclaje y reutilización dentro de las instalaciones, estos desperdicios deben de ser colocados por parte de los operarios dentro de los 3 toneles de metal asignados también para la recolección de los clavos de fusión, el tonel al estar lleno con desperdicios de Zamac será vaciado dentro de las ollas de los hornos de fundición para llevarlos a estado líquido y utilizarlos de nuevo en la producción de piezas de metal, clavos de fusión o remaches.

El humo provocado por el derretimiento del Zamac dentro de las ollas de los hornos de fundición es un problema bastante grave dentro de las instalaciones debido a que este se acumula excesivamente limitando la

visibilidad y la comodidad y seguridad de respirar aire fresco. Industrias G, S.A. posee dos extractores de humo y vapor colocados en la planta alta de las instalaciones, la planta alta es utilizada como oficinas administrativas y bodegas por lo que su uso es totalmente nulo.

La posición actual de los extractores con un acondicionamiento apropiado es ideal para evacuar el humo producido por los hornos de fundición por lo que debe de adaptarse tubería que bien puede ser de PVC para conectar el extractor y una campana de hojalata similar a las que se utilizan en las cocinas caseras para atrapar directamente el humo y transportarlo por medio del extractor hacia el exterior de las instalaciones.

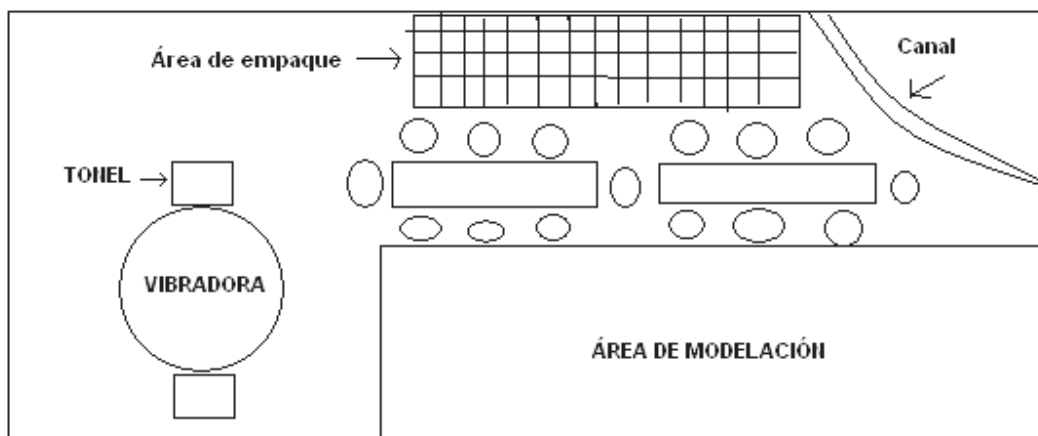
La cantidad de tubería PVC necesaria son 12 mts. con diámetro de 20 cm. Adicional se necesitan también 3 codos para el cambio de 90 grados entre dirección horizontal y vertical de la tubería. La campana de hojalata debe cubrir el área de los dos hornos de fundición la cuál es de 2 mts. de ancho por 2 mts. de largo. La instalación de la campana y la tubería debe ser realizada por el personal de mantenimiento.

3.2.2.1.3. Acabados superficiales

La máquina vibradora al terminar de limpiar las piezas de metal evacua el agua sucia junto con los restos de jabón y rebaba por el canal de desecho que esta máquina posee, dicho canal desemboca en toneles plásticos para que los operadores lleven esa agua hasta los canales internos de la empresa para su transporte hacia el alcantarillado público. Esta práctica además de ser tediosa requiere de tiempo para que lo operarios coloquen los toneles plásticos, los transporten llenos hasta el canal interno, los vacien y los coloquen de vuelta por lo que conviene mover la máquina de lugar.

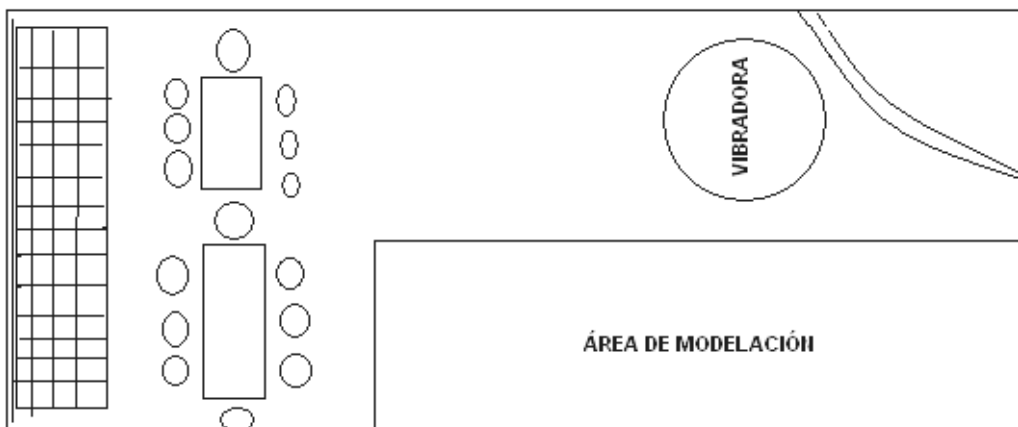
Junto al área donde esta máquina se ubica esta el área de empaque que consta de mesas de trabajo junto con los materiales necesarios para llevar a cabo esta operación, esta área además de tener la facilidad de cambiarla de lugar sin mayores complicaciones, posee acceso directo a los canales internos de las instalaciones por lo que es el área ideal para mover y colocar la máquina vibradora, a su inversa el área de empaque debe ser colocada entonces en el área que ocupa la máquina vibradora. El canal de desecho de la máquina tiene la facilidad de extenderse hasta el nivel del piso por lo que la máquina después de movida solamente deberá de conectarse a la corriente eléctrica y estará lista para funcionar de nuevo.

Figura 56. Antigua ubicación de máquina vibradora



Fuente: Elaboración propia

Figura 57. Nueva ubicación de máquina vibradora



Fuente: Elaboración propia

La sección donde se encuentran los baños para el proceso de electrodepositación en general es una de las mejores secciones controladas dentro de la empresa en lo que respecta a su operación y ubicación, los baños tienen conexión directa a los canales internos de la empresa por lo que su vaciado puede ser realizado en pocos minutos.

Sin embargo hay un detalle que no se ha controlado en su totalidad, los vapores producidos por el níquel, latón, cobre y el ácido sulfúrico. Estos vapores son altamente dañinos para la salud humana al tener exposiciones prolongadas a estos y originalmente se utilizaba una máscara de filtro y cartucho para el encargado de esta área, la máscara se averió y ahora el operario utiliza a veces máscaras de papel que son molestas e inadecuadas para estos vapores. Además cuando los baños se utilizan a su máxima capacidad, los vapores se expanden a las áreas vecinas por lo que más operarios resultan expuestos a dichos vapores.

Industrias G, S.A. posee dos extractores de aire sin uso, uno de ellos se ha destinado ya a la extracción del humo producido por los hornos de fundición por lo que el otro extractor puede destinarse a la extracción de los vapores de la sección de electro depositación. El procedimiento para la instalación es similar al utilizado con los hornos de fundición debido a que la ubicación del extractor es perfecta, únicamente deberán de instalarse los tubos de PVC para llevar el vapor desde los baños de electro depositación hacia el extractor asignado. 12 mts de tubería PVC de 20 cm. de diámetro son suficientes para llevar a cabo esta tarea junto con 5 codos del mismo diámetro para hacer los cambios de dirección a 90 grados. A diferencia de los hornos de fundición no será necesaria una campana para extraer los vapores debido a la pequeña área de los baños y a la facilidad de colocar directamente la entrada de los tubos junto a los baños.

3.2.2.1.4. Ensamble y empaque

Los remaches utilizados en el proceso de producción al ser también de Zamac pueden reciclarse derritiéndolos de nuevo en los hornos de fundición para realizar más piezas de metal o nuevos remaches. El operario debe entonces encargarse de colocar los remaches que encuentre perdidos en diferentes áreas o aquellos que ya estén demasiado usados en los toneles de metal ubicados en las áreas de fundición y modelación destinados para restos de Zamac y clavos de fusión.

3.2.2.2. Personal encargado

A continuación encontramos la tabla con el personal encargado de realizar las actividades de mejora en el manejo de desperdicios y sus respectivas asignaciones individuales:

Tabla XXV. Personal encargado de mejoras en manejo de desperdicios

PUESTO	TAREAS ASIGNADAS
Diseñador gráfico	<ul style="list-style-type: none"> • Cortar las secciones de desperdicios de material acrílico y modelos impresos en tres dimensiones ya utilizados para su recolección por parte del personal de limpieza.
Jefe de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el personal utilice los recipientes de plástico para basura dentro de las instalaciones. • Retirar y recolectar los moldes de hule silicón que hayan cumplido con lo establecido en la tabla XXIII. • Verificar que los operarios utilicen los toneles de metal para colocar los desechos de clavos de fusión, rebabas, marcos de metal, piezas fallidas de Zamac y remaches.
Operario	<ul style="list-style-type: none"> • Tirar los desperdicios de los moldes de hule silicón dentro de el recipiente plástico asignado en su área. • Colocar los desechos de clavos de fusión, rebabas, marcos de metal, piezas fallidas de Zamac y remaches dentro de los toneles de metal asignados. • Vaciar el contenido de los toneles de metal dentro de las ollas de los hornos de fundición para su reciclaje.
Personal de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación del sistema de extracción de humo en el área de fundición. • Instalación del sistema de extracción de vapores en el área de acabados superficiales. • Reubicar la máquina vibradora al área de empaque y colocar las conexiones necesarias para su funcionamiento. • Reubicar el área de empaque hacia el área que ocupa la máquina vibradora.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3. Recursos necesarios

Los siguientes son los recursos necesarios para poder implementar las mejoras en el manejo de desperdicios dentro de las instalaciones:

- Máquina láser para el corte en secciones de los desperdicios de material acrílico.
- Bolsas plásticas para basura donde se deben colocar los desperdicios seccionados de material acrílico.
- Dos recipientes plásticos pequeños para basura en cada una de las área de trabajo.
- 3 toneles metálicos con una altura mínima de 60 cm. para la colocación de restos de clavos de fusión, rebabas, marcos de metal, piezas fallidas de Zamac y remaches.
- 24 mts. de tubería de PVC de diámetro de 20 cm. para la conexión entre extractores de humo y vapores, con las áreas de fundición y acabados superficiales.
- 8 codos de 20 cm. de diámetro para el cambio de dirección a 90 grados entre tubería PVC.
- Campana de hojalata con área de 2 mts. de ancho por 2 mts. de largo para la extracción de humo en el área de fundición.

4. IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO

4.1. Exposición de programa ante personal administrativo y operativo

Es importante presentar y detallar el programa de mantenimiento preventivo no solamente a las altas autoridades sino también a todo el personal que labora dentro de la empresa debido a que todos estarán involucrados en las responsabilidades y beneficios que implica la implementación de este programa, mientras los operarios realizan acciones de limpieza diarias en la maquinaria, un nuevo departamento de mantenimiento es creado para llevar a cabo los servicios de las máquinas, lo cual lleva también a realizar nuevos presupuestos para compras y planillas por el departamento financiero y por supuesto también a programar fechas para realizar los servicios de mantenimiento y ajustes en la línea de producción junto con el jefe de producción, todo esto por supuesto bajo la aprobación del gerente general.

La presentación debe de realizarse por grupos y en orden jerárquico descendente y con puntos clave para cada área, empezando por el gerente general exponiendo en que consiste el programa de mantenimiento preventivo y que beneficios técnicos, operativos y sociales trae para la empresa, además de los recursos físicos, humanos y monetarios son necesarios para la implementación del mismo.

Después se procede a exponer el programa ante los gerentes de producción, gerente financiero y gerente de mantenimiento explicando lo que se espera obtener con la implementación del programa y las modificaciones que cada departamento necesita realizar en sus procedimientos, recursos físicos,

financieros y de personal para manejar la parte que le corresponde a cada departamento del programa y también la parte conjunta para los puntos en que deban de relacionarse.

Por último se procede a la presentación del programa de mantenimiento preventivo ante el personal operativo o administrativo de cada área, con la ayuda del gerente respectivo, se explican los procedimientos a implementar, la documentación que se debe llenar junto con los resultados que deben de reportarse al gerente del área y por supuesto los beneficios que trae este programa directamente hacia dicho personal para crear un ambiente de optimismo, de cooperación y motivación.

4.1.1. Finalidad del programa de mantenimiento

El programa de mantenimiento preventivo busca optimizar el funcionamiento y prolongar el tiempo de vida útil de la maquinaria y equipo utilizado dentro de las instalaciones de Industrias G, S.A. a través de servicios preventivos programados y controlados, realizados por mecánicos con experiencia en el tema.

La implementación de dicho programa también disminuye sustancialmente los paros imprevistos en la línea de producción, evita las entregas atrasadas de órdenes de trabajo, los gastos en repuestos y mano de obra para reparaciones inesperadas, la subcontratación, el pago de horas extras para trabajar los pedidos pendientes, y se obtiene un producto de mejor calidad con mayor confiabilidad.

4.1.2. Beneficios de un buen mantenimiento

Los beneficios directos e indirectos que se tienen al implementar y controlar de manera correcta el programa de mantenimiento preventivo se pueden dividir en beneficios técnicos, beneficios económicos y beneficios sociales y son los siguientes:

4.1.2.1. Técnicos

- Prolongación del tiempo de vida útil de la maquinaria.
- Disminución de la gravedad de fallas de los equipos.
- Funcionamiento óptimo de la maquinaria para su uso.
- Provisión de las piezas y repuestos que la máquina necesita para su servicio en el tiempo adecuado.
- Reducción en el costo de las reparaciones para la maquinaria.
- Reducción de contratación de servicios externos para el mantenimiento de los equipos.
- Eliminación de compra de repuestos y piezas innecesarias.

4.1.2.2. Operativos

- Se evitan paros inesperados en la línea de producción.
- Se minimizan los retrasos en entrega de pedidos para los clientes.
- Se evitan accidentes por mal funcionamiento de equipos y aumento en la seguridad dentro de la empresa.
- Se tiene personal capacitado para llevar a cabo el mantenimiento preventivo en los equipos de la empresa.
- Se reduce la probabilidad de error en los productos producidos.
- Se elimina la subcontratación de empresas externas para la producción.

4.1.2.3. Sociales

- Se poseen las herramientas y equipo adecuado para llevar a cabo las tareas de producción.
- El personal desempeña sus labores de manera adecuada, confiable y segura.
- Los operarios tienen mejores conocimientos técnicos de las herramientas y equipo que utilizan, conocimientos que pueden seguir utilizando por el resto de sus vidas.
- Se mejoran las aptitudes y habilidades del personal.
- Se crean nuevas oportunidades de trabajo.

4.1.3. Explicación sobre documentación necesaria

La documentación que debe utilizarse para el programa de mantenimiento preventivo sirve para llevar un control acerca de el historial de los servicios, defectos y otros datos importantes que sirven para formar un archivo de dichos servicios y que proporcione información para mejorar el programa de mantenimiento preventivo. Es importante que tanto las autoridades como los operarios sepan como utilizar dicha documentación de manera correcta para que esta pueda llevar a cabo su objetivo dentro del programa de mantenimiento preventivo.

4.1.3.1. Ficha técnica de maquinaria

Con este documento se anota la información técnica de cada una de las máquinas que en conjunta funcionará como un inventario de maquinaria.

El documento debe de ser llenado por el jefe de mantenimiento con la información obtenida de los manuales de uso de fábrica de cada máquina, las placas de identificación y el conocimiento técnico de gerente general y de su persona. Las fichas en conjunto deben de guardarse en un fólder o cartapacio para su archivo en la oficina del jefe de mantenimiento de donde se podrá obtener información para repuestos y otras consultas relacionadas con el programa de mantenimiento preventivo.

Figura 58. Formato de ficha técnica de maquinaria

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA



Máquina _____

Modelo _____

Corriente _____

Potencia _____

Marca _____

Serie _____

Amperios _____

Código asignado

Mantenimiento Rutinario

Repuestos recomendados

Repuesto	Cantidad	Anotaciones

Fuente: Elaboración propia

La información que debe manejarse en dicho documento es la siguiente:

- Máquina, acá se indica el nombre y tipo de máquina de la que se trata.
- Marca, se indica la marca de dicha máquina.
- Modelo, se anota el modelo de la máquina.
- Serie, se anota el número de serie de la máquina.
- Corriente, se indica el tipo de corriente utilizado.
- Amperios, se indica los amperios que la máquina utiliza.
- Potencia, se anota la potencia que la máquina genera.
- Código asignado, se indica el código que se le ha dado a la máquina dentro de la empresa.
- Mantenimiento rutinario, se anotan las acciones de mantenimiento básicas sugeridas por el fabricante.
- Repuestos recomendados, se anota el tipo de repuesto, la cantidad necesaria para el mantenimiento de la máquina y se deja una sección para observaciones.

4.1.3.2. Orden de trabajo

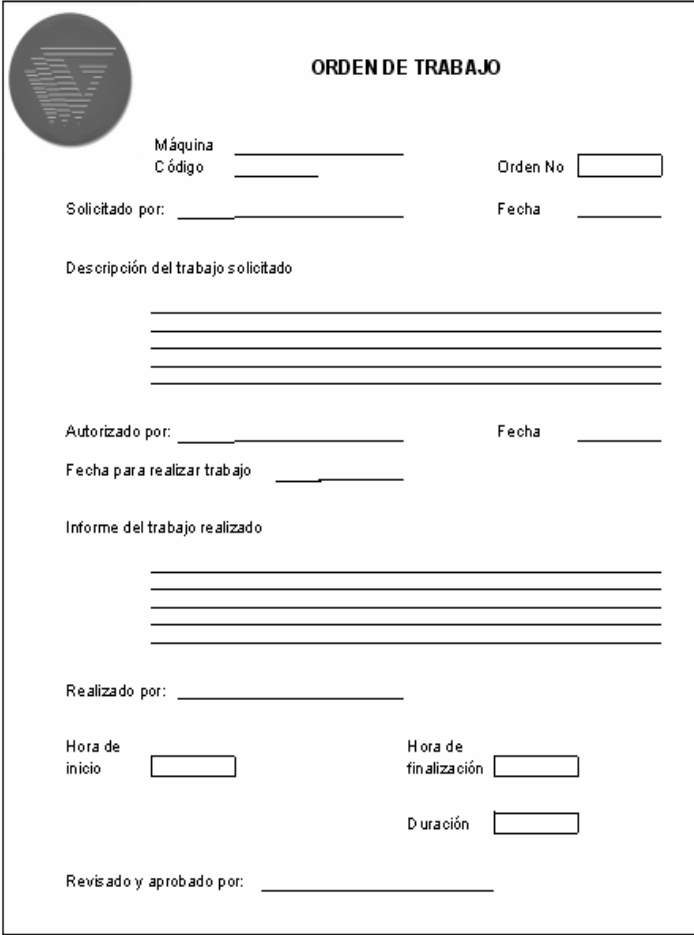
Este documento sirve de apoyo para verificar información relacionada con la realización de los servicios directamente y lo manejan a lo máximo cuatro personas, la persona que solicita el mantenimiento (operario o jefe de mantenimiento), la persona que lo aprueba (jefe de mantenimiento o gerente general), la persona que realiza dicho mantenimiento (mecánico) y la persona que revisa y aprueba el trabajo final (jefe de mantenimiento o gerente general). Después de utilizada la orden de trabajo debe de ser almacenada por el jefe de mantenimiento en un fólder o cartapacio el archivo en su oficina.

Los siguientes son los datos que se manejan en dicho documento:

- Máquina y su respectivo código, se toman directamente de la ficha técnica de la máquina.
- Orden número. es el número de orden de servicio, el talonario de órdenes de trabajo debe contener esta numeración ya impresa y de forma correlativa.
- Solicitado por, se anota el nombre de la persona que ha solicitado el servicio, usualmente será un operario o el jefe de mantenimiento.
- Fecha, el dato de cuando se ha solicitado el servicio y llenado por la persona que ha solicitado el trabajo.
- Descripción del trabajo solicitado, se describe detalladamente el trabajo que se necesita realizar en la máquina.
- Autorizado por y fecha de autorización, llenado ya sea por el jefe de mantenimiento o por el gerente general directamente.
- Fecha para realizar trabajo, la fecha asignada para realizar el servicio, llenado por la persona que autoriza.
- Informe del trabajo realizado, un pequeño resumen del servicio realizado indicando datos como las actividades realizadas, problemas encontrados, piezas intervenidas, etc, este dato es llenado por la persona que ha realizado el servicio directamente.
- Realizado por, se indica el nombre de la persona que estuvo a cargo de la realización del servicio quien generalmente será un mecánico.
- Hora de inicio y hora de finalización del servicio, dato llenado por la persona que realizó el servicio.
- Duración del servicio, dato llenado por el jefe de mantenimiento.
- Revisado y aprobado por, el nombre de la persona que verificó que la información anterior sea correcta y que el trabajo se haya realizado de

manera exitosa, puede ser el jefe de mantenimiento o el gerente general quien llene esta casilla.

Figura 59. Formato de orden de trabajo



The image shows a form titled "ORDEN DE TRABAJO" (Work Order) enclosed in a rectangular border. In the top left corner, there is a circular logo with a stylized 'V' shape. The form contains several fields for data entry:

- Máquina** (Machine) and **Código** (Code): Two horizontal lines for text input.
- Orden No** (Order No): A small rectangular box for a number.
- Solicitado por:** (Requested by): A horizontal line for text input.
- Fecha** (Date): A horizontal line for text input.
- Descripción del trabajo solicitado** (Description of requested work): Four horizontal lines for text input.
- Autorizado por:** (Authorized by): A horizontal line for text input.
- Fecha** (Date): A horizontal line for text input.
- Fecha para realizar trabajo** (Date to perform work): A horizontal line for text input.
- Informe del trabajo realizado** (Report of work performed): Four horizontal lines for text input.
- Realizado por:** (Performed by): A horizontal line for text input.
- Hora de inicio** (Start time): A small rectangular box for a number.
- Hora de finalización** (End time): A small rectangular box for a number.
- Duración** (Duration): A small rectangular box for a number.
- Revisado y aprobado por:** (Reviewed and approved by): A horizontal line for text input.


Fuente: Elaboración propia

4.1.3.3. Control de visita e inspección

Este documento cumple con la función de anotar la información obtenida de las visitas o inspecciones que se realizan en la máquina, dicha información puede ser llenada por el jefe de mantenimiento, el gerente general o por el

mecánico asignado para realizar la visita o inspección. El jefe de mantenimiento es el encargado de archivar este documento en un fólder o cartapacio para el archivo en su oficina.

Figura 60. Formato de control de visita e inspección



CONTROL DE VISITA / INSPECCIÓN

Hoja No

Máquina _____

Código _____ Fecha _____

Inspección Hora inicio _____

Visita Hora Finalización _____

Duración _____

Parte revisada	Estado		Intervenciones realizadas
	Bueno	Malo	

Observaciones:

Revisado y aprobado por: _____

Fuente: Elaboración propia

La siguiente es la información que se maneja en dicho documento:

- Hoja número, el número de hora correlativo e impreso en el talonario de hojas de Control de visita e inspección.
- Máquina y su código asignado, dato obtenido de la ficha técnica de la máquina.
- Fecha en la que se realiza la inspección o visita.
- Inspección, Visita, se debe seleccionar una de las dos casillas para indicar si se trata de una visita o una inspección a la máquina.
- Hora de inicio y hora de finalización de la visita o inspección.
- Duración de la visita o inspección.
- Parte revisada, el nombre de la pieza o mecanismo visitado o inspeccionado.
- Estado, en este se selecciona si la parte visitada o inspeccionada esta en buen estado o mal estado.
- Intervenciones realizadas, las acciones que se llevaron a cabo a partir de lo visto o inspeccionado.
- Observaciones, se anotan datos que sirvan para futura referencia como fecha próxima para el cambio de una pieza o la necesidad de un servicio próximo.
- Revisado y aprobado por, se anota el nombre de la persona que verifica la información contenida en este documento, puede ser el jefe de mantenimiento o el gerente general.

4.1.3.4. Control de órdenes de trabajo

Con el control de órdenes de trabajo se tiene un historial de los diferentes servicios realizados dentro de la empresa y los datos importantes de los mismos que sirvan de referencia para la mejora del programa de mantenimiento

preventivo, información obtenida de las órdenes de trabajo. Este documento debe de ser llenado por el jefe de mantenimiento directamente con la información obtenida de las órdenes de trabajo de cada mes, el documento mensual se archiva entonces en un fólder o cartapacio para formar un archivo anual.

Figura 61. Control de órdenes de trabajo

Fecha	Máquina	Código maquina	Duracion	Fecha de trabajo		Efectuado por	Observaciones
				Planeada	Realizada		

Fuente: Elaboración propia

Se manejan los siguientes datos:

- Hoja número, contiene el número correlativo e impreso en el talonario de Control de órdenes de trabajo.
- Fecha en la que se realizó el servicio.
- Máquina intervenida.
- Código de la máquina.

- Duración del servicio.
- Fecha de trabajo, se divide en dos secciones, la fecha programada para realizar el servicio y la fecha real en que se realizó.
- Efectuado por, se anota el nombre de la persona que realizó el servicio.
- Observaciones, se indica información que justifique la realización del servicio, la diferencia de fecha planeada y fecha real de servicio o cualquier otro de los datos contenidos.

4.2. Seguimiento del mantenimiento

Gracias al uso de los documentos de ficha técnica de maquinaria, orden de trabajo, control de visita e inspección y control de órdenes de trabajo se obtienen distintos datos que ayudan a dar seguimiento a la realización correcta del programa de mantenimiento preventivo. Sin embargo deben de observarse también otros datos referentes a otras materias como procedimientos y acciones del personal que servirán para mejorar el programa de mantenimiento a lo largo del tiempo.

4.2.1. Funcionamiento general del equipo

Un equipo que recibe el mantenimiento preventivo adecuado definitivamente debe de tener un funcionamiento adecuado en todo momento. Por supuesto que las máquinas utilizadas en Industrias G, S.A. al igual que todas las máquinas en el mundo no son perfectas y tendrán desperfectos inesperados ocasionados por situaciones como la desconcentración en su uso, fallas en la alimentación eléctrica proveída por el servicio de la ciudad o bien un repuesto defectuoso.

Estas situaciones por supuesto no deben de ser frecuentes si se están aplicando correctamente y a tiempo los servicios de mantenimiento y junto a la ayuda de las órdenes de trabajo debe de analizarse las causas de los desperfectos inesperados y minimizar todas aquellas posibles causas que estén al alcance de la empresa.

Es importante también tener en cuenta el funcionamiento de todos los equipos en conjunto pues si las fallas son continuas y en todos los equipos entonces se tiene un indicador de que los servicios no se están llevando a cabo en el tiempo establecido o que el personal encargado no esta realizando dichos servicios de manera correcta por lo que habrá que corregir y retroalimentar al personal encargado.

4.2.2. Desgaste de piezas

Este puede ser otro indicador que nos muestre la deficiencia en la aplicación de algún punto en el programa de mantenimiento preventivo o bien la implementación de un nuevo punto en dicho programa. Si las piezas fallan o son desgastadas antes de lo contemplado en el programa hay que revisar las posibles causas que la máquina pueda ocasionar directamente, por lo que habrá que realizar los ajustes correctivos necesarios en los sistemas o mecanismos para que el desgaste no ocurra de la misma manera nuevamente, todo esto teniendo en cuenta que ninguna máquina en el mundo es totalmente perfecta.

También hay que revisar los procedimientos aplicados en los servicios y constatados en las órdenes de trabajo para verificar que dichos servicios hayan sido realizados de manera correcta y corregir aquellos puntos erróneos con el personal encargado. Se debe de tener en cuenta también el tipo y calidad de

piezas y repuestos utilizados, que estos sean los especificados por el programa de mantenimiento preventivo y en el caso de la utilización de alguna marca genérica, verificar la calidad de la pieza o repuesto y no solamente basarse en los costos menores que al final pueden ser mayores si se necesita corregir el equipo y comprar nuevas piezas.

4.2.3. Verificación de registros de servicios

Es importante verificar que toda la documentación de control para el programa de mantenimiento preventivo este siendo llenada en cada uno de los servicios y que este siendo llenada de manera correcta. El jefe de mantenimiento debe de tener un archivo en su oficina que conste de un fólder o un cartapacio para cada uno de los documentos utilizados para el control, dicho archivo será la base que haga constar que el programa de mantenimiento se esta llevando de manera correcta, además proveerá información histórica útil que servirá para la modificación o implementación de nuevos servicios futuros.

La información incluida en los documentos debe de ser llenada en su totalidad debido a que toda la información requerida es útil, las personas designadas a llenar cada una de las secciones deben de cumplir con esta disposición y el jefe de mantenimiento debe de dar retroalimentación a los operarios o mecánicos si la información no esta siendo llenada en su totalidad o si esta siendo llenada de manera incorrecta. Es importante también verificar que los documentos archivados sigan el número correlativo que tienen impreso para eliminar la posibilidad de extraviar alguno de los documentos, si uno de los documentos es manchado, llenado de mala manera o se tiene alguna otra razón para no utilizarlo debe de notificarse con el jefe de mantenimiento para indicar en el archivo el motivo del porque hace falta dicho documento.

4.2.4. Control de servicio

El control específico en los servicios para las máquinas verifica que dichos servicios se estén llevando a tiempo y de la manera correcta, además permite organizar y mejorar la realización de los servicios futuros. Los aspectos mas importantes a tomar en cuenta son:

4.2.4.1. Tiempo utilizado

Los servicios de mantenimiento en las máquinas así como las inspecciones y las visitas deben de cumplir con lo establecido en la teoría de la curva de aprendizaje. El personal de mantenimiento realizará los primeros servicios utilizando un tiempo mayor comparado con el tiempo que utiliza una persona experimentada, al pasar los meses y adquirir experiencia, los servicios irán realizándose en menores tiempos debido a la experiencia adquirida. Al realizar los servicios en menos tiempo se tendrá la línea de producción detenida por períodos menores lo cuál ayudará a producir mas piezas terminadas y a entregar los pedidos en menor tiempo, además podrán realizarse mas tareas de mantenimiento durante el día. Los tiempos utilizados son almacenados en los documentos de orden de trabajo, control de órdenes de trabajo e historial de mantenimiento.

En base al registro de los tiempos utilizados en dichos documentos el jefe de mantenimiento debe ir modificando la calendarización de los servicios, inspecciones y visitas para realizar más actividades de mantenimiento durante la fecha estipulada, además podrá verificar si los mecánicos están realizando los servicios de manera rápida y correcta, de no ser así se debe de verificar cual fue la causa de el retraso en el servicio, inspección o visita y proveer las soluciones posibles para que los retrasos no continúen, de continuar los

retrasos directamente por el personal se deberá realizar una retroalimentación para corregir los puntos que se están realizando de manera errónea.


4.2.4.2. Funcionamiento correcto del equipo

Al igual que el tiempo utilizado, el estado en el funcionamiento del equipo indica si los servicios de mantenimiento se están realizando de manera apropiada. Si los servicios se están realizando correctamente, el equipo funciona de manera apropiada y se tienen menos fallas inesperadas, por supuesto hay que tener en cuenta que las máquinas no son perfectas y que se tienen factores externos que pueden ocasionar desperfectos, en dichos casos deberá de documentarse las razones de dichos desperfectos y evitar aquellas causas que puedan ser controladas en el futuro. Si no se ven mejoras en el funcionamiento del equipo, el jefe de mantenimiento deberá de verificar los procedimientos utilizados en los servicios de mantenimiento y las acciones de los mecánicos para retroalimentar al personal y hacer las modificaciones respectivas para que el funcionamiento efectivamente mejore.

4.2.4.3. Historial de mantenimiento

El historial de mantenimiento ayuda a tener un resumen detallado de los servicios realizados para una máquina en específico. Los datos contenidos en dicho documento proporcionan información para verificar la fechas en que se realizaron los servicios de mantenimiento, que tipo de mantenimiento ha sido aplicado, quien realizo dichos servicios y el tiempo, repuestos e insumos utilizados. El siguiente es el modelo a utilizar:

Figura 62. Historial de mantenimiento



HISTORIAL DE MANTENIMIENTO

Máquina _____
Código _____

Hoja No

Fecha	No orden	Trabajo realizado	Duración	Repuestos / insumos utilizados		Efectuado por	Tipo de mantenimiento
				Cantidad	Descripción		

Fuente: Elaboración propia

La información a manejar en dicho documento es:

- Máquina, aquí se indica el nombre de la máquina.
- Código, se anota el código asignado para la máquina dentro de la empresa.
- Hoja número, el número correlativo impreso en el talonario de historial de mantenimiento.
- Fecha, se anota la fecha en que se realizó el servicio.
- Número de orden, se indica el número de orden de servicio utilizado.
- Trabajo realizado, se escribe una pequeña descripción del servicio realizado.

- Duración, la duración total del servicio en horas.
- Repuestos / insumos utilizados, esta sección se divide en dos partes, cantidad de repuestos o insumos utilizados y descripción, donde se anota el nombre de dicho repuesto o insumo.
- Efectuado por, se anota el nombre de la persona encargada de realizar el servicio en la máquina.
- Tipo de mantenimiento, se indica si el servicio fue preventivo o correctivo.

4.2.4.4. Historial de fallas y averías

En este documento se tiene un resumen de las fechas, trabajos efectuados, personal encargado y los costos ocasionados por aquellas fallas y averías inesperadas en las máquinas y que no están contempladas en el programa de mantenimiento preventivo.


La información contenida en este documento es:

- Máquina, aquí se indica el nombre de la máquina.
- Código, se anota el código asignado para la máquina dentro de la empresa.
- Hoja número, el número correlativo impreso en el talonario de historial de mantenimiento.
- Fecha, se anota la fecha en que se realizó el servicio.
- Número de orden, se indica el número de orden de servicio utilizado.
- Trabajo realizado, se escribe una pequeña descripción del servicio realizado.
- Efectuado por, se anota el nombre de la persona encargada de realizar el servicio en la máquina.

- Costos se anota la información relacionada con los costos incurridos en el servicio de dicha máquina, se dividen en mano de obra (para el caso en que se necesite personal externo), materiales e insumos, repuestos, otros y una sección de total para tener el costo total de dicho servicio.

Este documento al igual que el historial de mantenimiento es llenado por cada una de las máquinas y el siguiente es el modelo que se debe utilizar:

Figura 63. Historial de fallas y averías



HISTORIAL DE FALLAS Y AVERIAS

Hoja No

Máquina _____
 Código _____

Fecha	No orden	Trabajo realizado	Efectuado por	Costos				
				Mano Obra	Materiales / Insumos	Repuestos	Otros	Total

Fuente: Elaboración propia


La información de costos es realmente importante debido a que con esta se refleja lo que cuesta económicamente una falla o avería en la maquinaria, además los demás datos junto con los contenidos en el historial de

mantenimiento ayuda a analizar las causas de dichas fallas o averías y a crear soluciones para evitar que estas situaciones continúen en el futuro.

4.2.4.5. Reporte mensual de actividades

Este reporte ayuda a tener un resumen de las actividades de mantenimiento realizadas durante el mes para todas las máquinas de la empresa, se tienen datos de los trabajos realizados, las causas y costos de dichos trabajos. Estos datos ayudan a verificar que las actividades de mantenimiento se estén llevando de acuerdo a lo planificado y dentro del margen establecido, el siguiente es el modelo a utilizar para este reporte:

Figura 64. Reporte mensual de actividades

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>Reporte Mensual de Actividades</p> <p>Periodo Comprendido entre _____ al _____</p> </div> </div>							
Fecha	No orden	Maquina	Codigo maquina	Trabajo Realizado	Causa	Costo	Observaciones

Fuente: Elaboración propia

Los datos contenidos son:

- Período comprendido entre, se colocan las fechas de inicio y finalización que se abarcan en este documento.
- Fecha, se indica la fecha en que se realizó el servicio.
- Número de orden, se indica el número de orden de servicio utilizado.
- Máquina, aquí se indica el nombre de la máquina.
- Código, se anota el código asignado para la máquina dentro de la empresa.
- Trabajo realizado, se escribe una pequeña descripción del servicio realizado.
- Causa, se indica si el servicio fue realizado por que estaba planificado a realizarse o si fue una avería o falla inesperada.
- Costo, se indica el costo total de dicho servicio.
- Observaciones, se coloca cualquier otra información referente que se crea importante para este reporte.

4.2.5. Verificación de costos y tiempo

Los costos de compra de insumos y repuestos al igual que los tiempos utilizados para llevar a cabo el programa de mantenimiento son puntos que deben de ir mejorando conforme se adquiere experiencia por parte del personal de mantenimiento y se crean modificaciones para ahorrar costos. Junto con los demás puntos expuestos en este capítulo, el jefe de mantenimiento con la asesoría del gerente general debe de velar por crear alternativas para que estas dos áreas mejoren en las siguientes áreas:

4.2.5.1. Proveedores alternativos

La provisión y compra de insumos y repuestos necesarios para el programa de mantenimiento preventivo no debe de llevarse a cabo exclusivamente en una tienda o distribuidor. Una tienda exclusiva tiende a elevar sus precios año con año con lo que el costo de compra de insumos y repuestos se eleva también, además se depende totalmente de esta tienda para adquirir dichos artículos, por lo que si en algún momento se dejara de distribuir o no se tuviera en existencia algún insumo o repuesto en específico, entonces no se podrán llevar a cabo las tareas de mantenimiento debido a la falta de recursos físicos para hacerlo, lo cuál atrasará la calendarización ya fijada de antemano y se tendrá el riesgo de fallas y averías de los equipos.

Para evitar todas estas situaciones el jefe de mantenimiento debe de buscar proveedores alternos al menos una vez al año, debe de considerar el tiempo efectivo en el que la tienda despacha los pedidos, el precio de los insumos y repuestos que dicha tienda posee y por supuesto la calidad de estos artículos. Muchas veces un producto genérico resulta ser mucho mas económico que el de una marca en específico pero también dicho artículo es de muy mala calidad por lo que el tiempo de vida o el desempeño del mismo no cumplen con los requerimientos del programa de mantenimiento, esta situación no siempre se da, también existen muy buenos productos genéricos y económicos por lo que el jefe de mantenimiento deberá tener bastante cuidado en seleccionar dicha clase de productos y verificar la opinión de otras personas o empresas usando dichos productos acá en Guatemala y alrededor del mundo a través de opiniones en Internet.

4.2.5.2. Movimientos innecesarios

Es importante verificar también la forma física en que las labores de mantenimiento están siendo realizadas por el personal, pues los movimientos innecesarios llevan a mayores tiempos para realizar los servicios. El jefe de mantenimiento debe inspeccionar la forma en que se realizan los servicios para corregir aquellos métodos erróneos utilizados por el personal y mostrar la forma correcta de realizar los servicios.

También es muy importante tener en el área todas las herramientas, insumos y repuestos que se utilizarán durante el servicio para no perder tiempo en encontrar y traer dichos artículos desde la bodega al área de trabajo. Se deben de controlar los distractores como celulares o el ingerir comida en las horas de servicio debido a que este tipo de actividades impiden que el personal se concentre totalmente en sus labores y este interrumpe las actividades que esta realizando, por el lado contrario, es importante proveer de facilidades como muebles de transporte, guantes y linternas para que el personal tenga todo lo que necesita en el lugar adecuado.

4.2.5.3. Tiempo utilizado en los servicios

En la sección anterior se comentaba que los movimientos innecesarios llevan a mayores tiempos para realizar los servicios, el tener mayores tiempos en la realización de los servicios conlleva a parar la línea de producción por mas tiempo, al tener parada la línea de producción por más tiempo se producen menos piezas terminadas y los pedidos se entregan en mayores períodos, muchas veces con retraso y con el descontento del cliente y el incumplimiento de lo ofrecido por la empresa.

Por ello es importante que el jefe de mantenimiento además de verificar la forma física en la que se están realizando los servicios, verifique también que estos se lleven a cabo en las fechas estipuladas para no interrumpir las actividades planeadas por el departamento de producción para el día y en el caso de tener un problema serio no usual se informe al gerente de producción y al gerente general para hacer los ajustes que sean necesarios en otras áreas. Las herramientas, insumos y repuestos también deben estar disponibles de antemano para tener todos los artículos necesarios para llevar a cabo los servicios y no dejar los trabajos a medias por la falta de estos.

4.3. Evaluación de personal encargado

La evaluación del personal nos permite corregir aquellas áreas en las que el desempeño de este no esta acorde a los requerimientos impuestos por el programa de mantenimiento preventivo y que están afectando a dicho programa. El jefe de mantenimiento debe velar por comparar el desempeño real contra el desempeño requerido y así mismo dar la retroalimentación necesaria para que el desempeño real mejore por parte del trabajador.

4.3.1. Competencia operativa

El personal del departamento de mantenimiento debe de tener los conocimientos básicos y ser capaz de llevar a cabo las tareas requeridas en el programa cumpliendo con el perfil básico requerido por la empresa.

Al momento de contratar al personal deberán de realizarse algunas pruebas básicas para comprobar que la información del currículo no sea solo teórica sino sea real y básica, también se debe de contactar a las referencias laborales para verificar el desempeño y comportamiento del aspirante en

experiencias previas pues hay que recordar que al igual que el resto del personal dentro de Industrias G, S.A. el personal de mantenimiento también debe de cumplir con las normas internas de la empresa como lo son el ser puntual y cumplir a cabalidad su jornada de trabajo, obedecer las órdenes de los mandos superiores y tener una conducta respetuosa e higiénica dentro de las instalaciones.

Habrá que verificar los antecedentes penales y policíacos del aspirante y en caso de encontrar registros delictivos considerar las causas de dichos registros, por ejemplo el atropellar a una persona puede significar una condena en la cárcel y no convierte a la persona en un asesino en serie por este error. Esto no quiere decir que cualquier persona será aceptada a pesar de sus habilidades mecánicas debido a que también debe de velarse la seguridad de las instalaciones, de los recursos físicos y financieros y por supuesto la seguridad de los demás empleados que laboran para la empresa.

4.3.2. Retroalimentación sobre mantenimiento

La retroalimentación sobre mantenimiento consiste en citar al personal del área de mantenimiento con su respectivo jefe de área ya sea en forma individual o en grupo, para evaluar el desempeño y procedimientos aplicados en la realización de las actividades de mantenimiento y corregir o mostrar formas alternas para llevar a cabo dichos procedimientos con el fin de cumplir con lo establecido en el programa de mantenimiento y a la vez buscar e implementar mejoras que ayuden en el desempeño.

El jefe de mantenimiento debe de citar a la persona o al grupo con anterioridad y fijar una cita para llevar a cabo la sesión de retroalimentación, evitando los regaños directos y excesivos durante los servicios en las máquinas

pues el mecánico además de molestarse, se desconcentra y realiza las actividades de peor manera, esto por supuesto no quiere decir que el jefe de mantenimiento no pueda corregir puntos que definitivamente se estén realizando de manera incorrecta durante los servicios.

En la cita el jefe de mantenimiento debe indicar de manera explícita los puntos en los que los mecánicos estuvieron fallando y recordar la manera correcta en que dichos puntos deben de realizarse. También se deben indicar las herramientas y técnicas que deben implementarse para mejorar la realización de los servicios y por supuesto escuchar también las opiniones y aportes que los mecánicos puedan dar. Es importante también llevar una lista de asistencia para que todo el personal de mantenimiento haga constar que ha asistido a la sesión de retroalimentación y que efectivamente conoce de las disposiciones discutidas en dichas sesiones.

4.4. Evaluación del programa

El programa de mantenimiento preventivo debe ser evaluado con periodicidad por parte del jefe de mantenimiento y las demás autoridades de la empresa para que al igual que en las sesiones de retroalimentación con el personal operativo, se puedan corregir los puntos que no están cumpliendo con lo establecido en el programa y se evalúen e implementen mejoras en los procesos.

4.4.1. Beneficios obtenidos

Los procedimientos implementados para el programa de mantenimiento preventivo deben de cumplir con las metas y objetivos establecidos por la empresa, deberán de compararse los resultados obtenidos con los resultados

deseados y hacer las modificaciones respectivas ya sea para corregir el programa si los resultados no se cumplen o para mejorar el programa si los resultados exceden a lo planificado.

Los beneficios obtenidos con la implementación del programa de mantenimiento preventivo hasta el momento han cubierto los objetivos operativos, técnicos y económicos que la gerencia general había impuesto desde el inicio.

Se han planificado las actividades de mantenimiento preventivo para los hornos de fundición, compresor de aire, máquina centrífuga, vulcanizadores, máquina vibradora y taladros de pedestal, estableciendo fechas específicas para los servicios de cada una de las máquinas, así como las herramientas, insumos y repuestos a utilizar en dichos servicios.

Se estableció el departamento de mantenimiento con un jefe de mantenimiento y 3 mecánicos para las áreas de modelación, fundición y acabados superficiales, con lo cuál se han llevado a cabo los servicios de las máquinas en el tiempo adecuado y de la manera adecuada.

Gracias al establecimiento del departamento de mantenimiento y a la planificación de los servicios, se han evitado fallas significativas en la maquinaria, errores en el producto terminado ocasionados por las máquinas, la capacidad de los equipos se ha utilizado de manera óptima y la línea de producción ha trabajado sin paros imprevistos debido a desperfectos mecánicos.

Sin paros imprevistos en la línea de producción, se han entregado los pedidos a los clientes en el tiempo establecido, evitando el pago de horas

extras y horas de ocio así como la subcontratación para completar pedidos, todo esto llevando a un ahorro mensual de Q86,196.60 que equivale al 67.54% comparado con el mantenimiento preventivo que se aplicaba anteriormente.

Debe de tenerse en cuenta que los beneficios no son únicamente para el departamento de mantenimiento o para las máquinas directamente, los beneficios son para toda la empresa pues se consiguen beneficios operativos, técnicos, económicos y también sociales por lo que todo el personal esta involucrado. Los diferentes jefes de cada una de las áreas de la empresa deberán exponer los beneficios esperados para su área directamente y luego encontrar las soluciones que mejor se adapten a sus exigencias recordando que algunos puntos tendrán que ser sacrificados por el bien de los demás, pues algún punto que es perfecto para cierta área, también es totalmente inaceptable para la otra, en esto el gerente general tendrá la ultima decisión para escoger lo que convenga mejora a la empresa.

4.4.2. Proceso de mejora continua

Como se comentaba en la sección anterior, los beneficios obtenidos pueden ser inferiores o sobrepasar a lo establecido por las metas fijadas, por lo que habrá que buscar las causas de dichos resultados y corregir o implementar las medidas necesarias según sea el caso. Esto se logra haciendo una comparación directa entre el método anterior planificado y el método implementado actualmente, de cada uno deberán de obtenerse los beneficios y perjuicios obtenidos y tomar aquellos puntos a favor de cada uno de los métodos para crear un método mejorado que beneficie a todas las áreas de la empresa.

Con la comparación de resultados también puede exigirse más a la gerencia general pues se tienen pruebas obtenidas de la mejora en los métodos con lo que la gerencia invertirá más en desarrollar nuevos métodos e implementar nuevas técnicas, que mejoren aún más el programa de mantenimiento preventivo y que por tanto sean de mayor beneficio para la empresa en general.

Ninguna creación intelectual, abstracta o física en nuestro planeta es totalmente perfecta incluyendo el programa de mantenimiento preventivo implementado en Industrias G, S.A. Aunque el programa sea planeado y efectivo, siempre habrá un detalle que puede mejorarse para el beneficio del mismo, todos los puntos colocados en este capítulo ayudan a realizar un análisis exhaustivo de todos los puntos que intervienen en el programa de mantenimiento preventivo incluidos métodos, herramientas y personal.

Por ello es importante que el jefe de mantenimiento junto con todas las demás autoridades involucradas revisen todos y cada uno de los puntos discutidos en este capítulo por lo menos una vez al año para encontrar aquellas mejoras que pueden introducirse en el programa y que beneficien a toda la empresa en general, recordando que siempre hay algo que puede ser mejor y creando este sistema de pensamiento en los operarios y todo el personal en general para que ellos también puedan contribuir con ideas y sugerencias de mejora.

4.5. Propuestas implementadas en el manejo de materiales y desperdicios

A pesar que la sección de manejo de materiales y desperdicios es solamente una propuesta hacia la empresa para el futuro, el gerente general decidió implementar desde ya varias de las recomendaciones presentadas.

Los moldes de hule silicón que han sido utilizados, pero que todavía pueden utilizarse en el proceso de producción, se han organizado de una manera más ordenada en la bodega, estos ahora contienen una identificación con la cuál se puede encontrar fácilmente y en menor tiempo el molde cuando se necesite de su uso y se controla también su tiempo de vida, obteniendo piezas sin defectos. La información del molde se administra por medio de una tabla en Excel.

Figura 65. Antiguo almacenamiento de moldes utilizados



Fuente: Elaboración propia

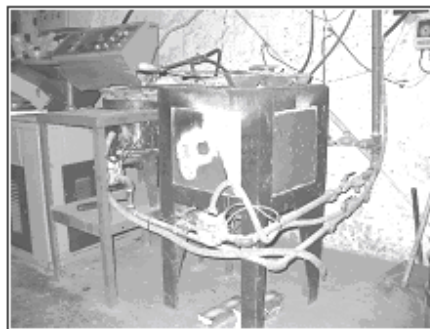
Figura 66. Nuevo almacenamiento de moldes utilizados



Fuente: Elaboración propia

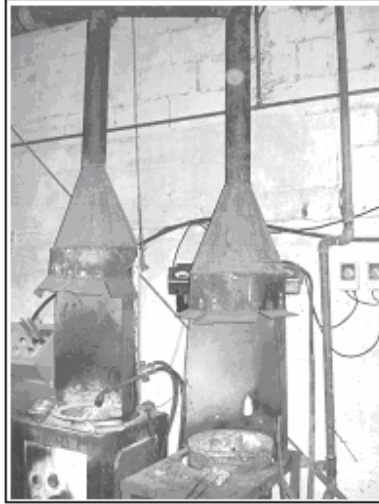
El humo producido por los hornos de fundición y los vapores producto del proceso de electro depositación, se han redireccionado hacia los extractores de humo que la empresa ya poseía, pero que no se utilizaban. Se instalaron campanas de hojalata en los hornos de fundición y se instaló tubería de PVC para llevar el humo y los vapores hacia los extractores. Con estas medidas se tiene una mejor visibilidad dentro de las instalaciones y los operarios pueden trabajar sin la molestia de humo acumulado y vapores dañinos a la salud.

Figura 67. Horno de fundición sin campana



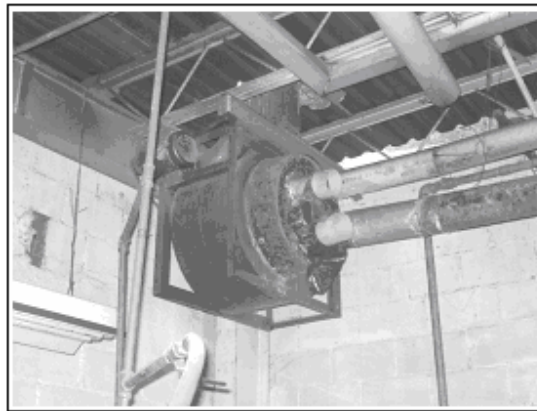
Fuente: Elaboración propia

Figura 68. Hornos de fundición con campana



Fuente: Elaboración propia

Figura 69. Extractor de humo



Fuente: Elaboración propia

Los desperdicios de Zamac en marcos de metal, piezas fallidas y restos contenidos en las ollas de los hornos de fundición ahora se reciclan en toneles de metal ubicados en el área de fundición. Estos al estar completamente llenos se derriten de nuevo en los hornos de fundición y se depositan en moldes para convertirlos en lingotes sólidos para utilizarlos de nuevo como materia prima.

Figura 70. Tonel para restos de Zamac



Fuente: Elaboración propia

Figura 71. Olla con Zamac solidificado



Fuente: Elaboración propia

Figura 72. Olla actual sin restos de Zamac



Fuente: Elaboración propia

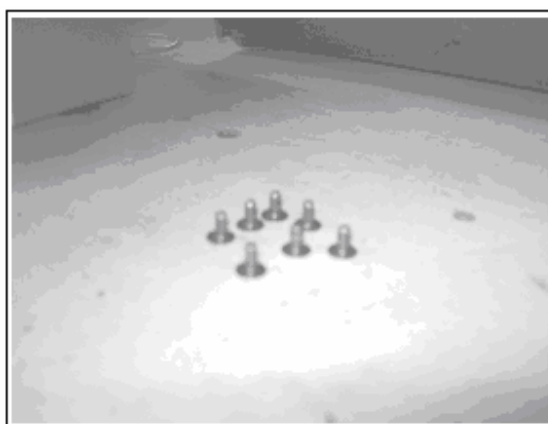
El reciclado no solamente le da un nuevo uso a los desperdicios de Zamac, sino que también ayuda a cumplir con la disposición establecida en el programa de mantenimiento preventivo de no dejar Zamac sólido dentro de las ollas de los hornos de fundición debido a que es de carácter destructivo para la olla. Además elimina la compra de clavos de fusión y remaches debido a que pueden producirse del Zamac reciclado.

Figura 73. Clavos de fusión producidos de Zamac



Fuente: Elaboración propia

Figura 74. Remaches producidos de Zamac



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Se estableció el programa de mantenimiento preventivo y se creó el departamento de mantenimiento interno de la empresa, con personal totalmente capacitado para llevar a cabo las actividades de dicho programa.
2. Se diseñaron e implementaron los procedimientos de servicios para el mantenimiento preventivo de los hornos de fundición, compresor de aire, vulcanizadores, taladros de pedestal, máquina vibradora y máquina centrífuga, con lo cual la producción se ha realizado de manera continua y sin paros no programados, gracias al buen desempeño y funcionamiento de estos equipos.
3. Los servicios de mantenimiento preventivo se realizaron en el tiempo adecuado y necesario, gracias a la programación previa de dichos servicios, así como la indicación de los recursos necesarios a utilizar.
4. Se cumplió a cabalidad con las fechas estipuladas para la entrega de pedidos, gracias a la ausencia de paros no programados y a la programación de entregas, basada en la nueva confiabilidad del funcionamiento de los equipos.
5. Se minimizaron los servicios correctivos en los equipos con lo cual no se requirió de la compra inesperada de insumos y repuestos adicionales al programa de mantenimiento preventivo. Tampoco se incurrieron en

gastos innecesarios adicionales como la paga de horas de ocio, horas extras o el pago de subcontratación para producir las órdenes de trabajo.

6. Se diseñaron soluciones a puntos específicos, en los cuales la empresa necesitaba mejorar en relación al manejo de materiales y desperdicios dentro de las instalaciones, con lo cual se utilizarán los materiales de manera adecuada, evitando la compra de material adicional innecesario, así mismo se tendrá un mejor ambiente de trabajo gracias al manejo mejorado de los desperdicios internos, manejo que no contribuye solamente a la seguridad e higiene del personal y las instalaciones, sino que también contribuye a mejorar el medio ambiente.

7. Los beneficios de carácter económico reportados por la implementación y operación del Plan de Mantenimiento Preventivo en la empresa son realmente significativos y justifican totalmente la implementación de este plan. Estos beneficios ascienden a un monto promedio mensual de Q86,196.60 y representan un ahorro en costos de mantenimiento del 67.54%.

RECOMENDACIONES

1. Los servicios físicos en la maquinaria son el punto principal del programa de mantenimiento preventivo por lo cual el Jefe de mantenimiento debe velar porque los mecánicos y demás personal asignado realicen las actividades planificadas en las fechas establecidas y con los recursos destinados para ello.
2. Los diferentes documentos para el control y reporte de la actividades de mantenimiento deben ser utilizados siempre en las actividades para las cuales han sido creados, pues cada documento provee información importante para el programa de mantenimiento preventivo.
3. La capacitación del personal de mantenimiento debe de continuar a través de actualizaciones y retroalimentaciones para que dicho personal realice de manera correcta las actividades del programa y las mejore con el tiempo.
4. El gerente general junto al jefe de mantenimiento deben de buscar mejoras para el programa de mantenimiento, a través de la información proporcionada en los documentos de control y reporte, sugerencias del personal de la planta y búsqueda de alternativas que provean un cambio positivo al programa.
5. Utilizar siempre los repuestos e insumos que cumplan con las especificaciones de las máquinas y no elementos económicos que solo

provean de un arreglo momentáneo, pues al paso del tiempo dicho arreglo puede terminar en una falla grave.

6. Si no es posible implementar todas las mejoras propuestas para el manejo de materiales y desperdicios, considerar la implementación de cada propuesta una por una, pues además de proveer ahorro y mejor administración en dichos campos, también crean un ambiente de trabajo para el personal cómodo, confiable y seguro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Blank, Leland T. **Ingeniería económica**. Quinta edición. México: Editorial McGraw-Hill, 2004.
2. Carta González, José Antonio. **Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros**. Segunda edición. México: Editorial McGraw.Hill, 1999.
3. Creus, Antonio. **Instrumentación mecánica**. Sexta edición. Colombia: Editorial Marcombo Alfa Omega, 1997.
4. Cutz, Myer. **Manual del ingeniero mecánico**. Tercera edición. España: Editorial Wiley, 2006.
5. Duffuaa, Salih O. **Sistemas de mantenimiento, planeación y control**. Primera edición. España: Editorial Wiley, 2006.
6. Garcia Criollo, Roberto. **Estudio del trabajo**. Segunda edición. México: Editorial McGraw-Hill, 2003.
7. Hellriegel, Jackson. **Administración: Un enfoque basado en competencias**. Novena edición. Colombia: Editorial Thomson, 2002.
8. Ivancevich, John M. **Administración de recursos humanos**. Novena edición. México: Editorial McHill, 2005.

